

# PHYSIKALISCHE *Verhandlungen*

## AUTORENREFERATE UND TAGUNGSBERICHTE

VERBAND DEUTSCHER PHYSIKALISCHER GESELLSCHAFTEN

ÖSTERREICHISCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT

ASTRONOMISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE METEOROLOGISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE GEOPHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE OPTIK

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRONENMIKROSKOPIE

GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK

SEKTION FÜR KRISTALLKUNDE DER DT. MINERALOG. GES.

1954

5. JAHRGANG

3



Physikertagung in Goslar

FA Akustik in Goslar

Physikertagung in Stuttgart

Sitzung der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin

PHYSIK

YSIK VERLAG

MOSBACH · BADEN

# PHYSIKERTAGUNG INNSBRUCK

Demnächst erscheinen die zusammenfassenden Vorträge des 18. Deutschen Physikertags in Innsbruck. Sie behandeln die Themen: Magnetismus, Hochpolymere, Hochfrequenz.

W. Kleen

Raumladungswellen in Elektronenströmungen

Ch. Schmelzer

Das europäische Gemeinschaftsprojekt eines  
25-GeV-Proton-Synchrotrons

G. Joos

Fortschritte auf dem Gebiet des Dia- und  
Paramagnetismus

E. Müller

Über die Anwendung des Magnetismus auf Probleme  
der organischen Chemie

R. Ochsenfeld

Der Antiferromagnetismus

M. Kersten

Einige Ergebnisse der Physik der Elementarvorgänge  
längs der ferromagnetischen Hystereseschleife

A. Peterlin

Viskoses Verhalten von Hochpolymeren

O. Kratky

Größe und Gestalt von Kolloidteilchen und Makromolekülen  
nach der Röntgen-Kleinwinkelmethode

A. Unsöld

Radio-Astronomie

W. Kroebel

Hochfrequenz- und Mikrowellenspektroskopie

Das Buch hat ca. 144 Seiten mit ca. 74 Abbildungen.

Prospektblatt und Bezugsbedingungen durch

**PHYSIK VERLAG • MOSBACH/BADEN**



## TAGUNGSKALENDER

### First International Instrument Congress and Exposition

September

Vom **13. bis 25. September 1954** wird in Philadelphia, Penn. die erste Ausstellungstagung für Labor-, Meß- und Regeltechnik stattfinden. Veranstalter ist die Instrument Society of America.

13.—25.

Rückfragen und Auskünfte: Dechema Dt. Ges. f. chem. Apparatewesen, Frankfurt am Main, Rheingauallee 25.

### Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

Die IUGG wird vom **14. bis 25. September 1954** ihre 10. Hauptversammlung in Rom abhalten. Die Organisation der Tagung hat der Italienische Nationale Forschungsrat übernommen (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Piazzale delle Scienze 7, Roma). Ein vorläufiges Programm mit vielen Hinweisen und Informationen über in Aussicht genommene Veranstaltungen und Unterbringung ist von diesem bereits verschickt worden.

14.—25.

### Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften

Der 19. deutsche Physikertag wird vom **17. bis 22. Sept. 1954** in Hamburg stattfinden. Die Organisation der Tagung liegt in Händen von Prof. Dr. E. Bagge, Hamburg 36, Jungiustr. 9. Das Tagungsprogramm wird demnächst erscheinen.

17.—22.

### Deutsche Mineralogische Gesellschaft

Die Gesellschaft wird ihre Jahrestagung am **19. und 20. September 1954** in Mainz (Institut für Mineralogie und Petrographie der Johannes Gutenberg-Universität) sowie am **21. September** in Idar-Oberstein abhalten.

19.—20.

Es wird gebeten, Anfragen, Anmeldungen usw. an den Geschäftsführer der Tagung, Professor Dr. E. Baier, Institut für Mineralogie und Petrographie, Mainz, zu richten.

### Verband Deutscher Elektrotechniker

Die 48. Jahresversammlung des VDE wird in Hamburg vom **20. bis 25. September 1954** stattfinden. Das Tagungsprogramm ist soeben erschienen und kann durch die Tagungsgeschäftsstelle der VDE-Jahresversammlung 1954, Hamburg 1, Gerhard-Hauptmann-Platz 48, bezogen werden.

20.—25.

### Internationale Union für Reine und Angewandte Chemie

Vom **27. Sept. bis 3. Oktober 1954** wird in Turin und in Mailand ein Symposium über Makromolekulare Chemie stattfinden. Für Turin lautet das Thema: „Charakterisierung der Hochpolymeren hinsichtlich ihrer technischen Eigenschaften“ (Tagungsleiter Prof. A. Nisini, Istituto Chimico Università, Corso Massimo d'Azeglio 48, Torino). Das Mailänder Thema heißt: „Bindungs- und Umwandlungsreaktionen von Makromolekülen“ (Tagungsleiter Prof. G. Natta, Istituto Chimica Ind. Politecnico, Piazzale Leonardo da Vinci 32, Milano).

27. 9.—  
3. 10.

### Internationaler Kongreß für Chronometrie

Oktober

Vom **1. bis 5. Oktober 1954** wird in Paris ein Internationaler Kongreß für Chronometrie stattfinden. Veranstalter ist die Société Chronométrique de France unter Mitwirkung zahlreicher ausländischer wissenschaftlicher und technischer Organisationen.

1.—5.

Federführend für Deutschland ist die Deutsche Gesellschaft für Chromometrie, Stuttgart, Königstraße 1 B, die für Auskünfte jederzeit zur Verfügung steht. Vortragsanmeldungen werden bis spätestens 1. Juni 1954 erbeten.

Oktober

### **Jahrestreffen der Verfahrensingenieure**

4.—6.

Die VDI-Fachgruppe Verfahrenstechnik, die Fachgruppe Chem. Apparatebau im Ver. Dt. Maschinenbau-Anst. (VDMA) und die Forsch.-Ges. Verfahrens-Technik Köln (GVT) veranstalten vom **4. bis 6. Oktober 1954** in Aachen eine gemeinsame Tagung. Es sind eine Reihe zusammenfassender Vorträge vorgesehen: Verhalten der Materie bei extrem hohen Temperaturen (Finckelnburg, Erlangen); das Problem der Kristalltracht und seine technische Bedeutung (Seifert, Münster); hohe Temperaturen in der Technik (Schack, Düsseldorf); Wärmeübertragung in der Verfahrenstechnik (Linke, Aachen); u.a. Weitere Auskunft erteilt die Geschäftsstelle der VDI-Fachgruppe Verfahrenstechnik, Frankfurt/Main, Rheingau-Allee 25.

### **Deutsche Meteorologische Gesellschaft**

8.—11.

Die diesjährige Meteorologentagung findet vom **8. bis 11. Oktober** in Hamburg statt. Die Tagung wird von dem Zweigverein Hamburg der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft veranstaltet. Das bereits erschienene Programm und weitere Auskünfte durch die Geschäftsstelle der Meteorologischen Gesellschaft Hamburg, Bernhard-Nocht-Str. 76.

### **Österreichische Physikalische Gesellschaft**

11.—13.

Die Herbsttagung wird vom **11. bis 13. Oktober 1954** in Graz durchgeführt werden. Vortragsanmeldungen mit einem Kurzreferat (10—20 Schreibmaschinenzeilen) werden bis spätestens zum 30. August an Prof. Dr. A. Smekal, Graz 3, Universitätsplatz 5, erbeten. (Es wird ersucht, vor episkopischer Projektion abzusehen.)

### **Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt**

13.—16.

Die WGL wird vom **13. bis 16. Okt. 1954** in Duisburg ihre Tagung gemeinsam mit einer Mitgliederversammlung durchführen. Auskunft erteilt die WGL-Geschäftsstelle, Braunschweig, Postfach 674.

### **Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik**

31. 5. —

4. 6. 55

Die nächste wissenschaftliche Jahrestagung der GAMM findet in Berlin vom **31. Mai bis 4. Juni 1955** statt. Mit der Leitung des örtlichen Tagungsausschusses wurde Prof. Dr.-Ing. I. Szabó, Math. Inst. d. TU Berlin beauftragt.



## Physikertagung in Goslar

### NORDWESTDEUTSCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT

Die Tagung der Nordwestdeutschen Physikalischen Gesellschaft in Goslar vom 24. bis 26. April 1954 erhielt wie schon im Vorjahre ihren besonderen Charakter durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachauschüssen. Es hielt der AA „Kristallphysik“ seine Gründungsversammlung ab; der FA „Vakuum“ ergänzte seine Diskussion durch eine Reihe von Vorträgen, während der FA für „Einheiten-Größen-Symbole“ in kleineren Kreisen vor allem über begriffliche Fragen verhandelte. Am letzten Tage wurde neben den Einzelvorträgen der Tagung von seiten des FA „Akustik“ in 5 Vorträgen ein Überblick über aktuelle Fragen (Lärmbekämpfung) gegeben.

In zusammenfassenden Vorträgen wurde von R. Jaeckel (Bonn) über Herstellung und Messung höchster Vakua und von G. Lautz (Braunschweig) über den augenblicklichen Stand unseres Wissens auf dem Gebiet der Supraleitung sehr anschaulich und klar berichtet.

Der Tagung ging eine gut besuchte Sitzung des Gesellschaftsvorstandes voraus, in der eine größere Anzahl wichtiger Beschlüsse hinsichtlich der Verbandssatzungen gefaßt und über die Vorbereitung des Deutschen Physikertages in Hamburg gesprochen wurde, dessen örtliche Organisation eine besondere Aufgabe der Hamburger Physiker und im erweiterten Sinne eine Angelegenheit der Nordwestdeutschen Physikalischen Gesellschaft ist.

R. Mannkopff

### SONNABEND, DER 24. APRIL 1954

#### Vormittags

Der Vorsitzende der Nordwestdeutschen Physikalischen Gesellschaft eröffnete die Tagung um 9.00 Uhr.

#### Einzelvorträge: Festkörper, Magnetismus und Strukturen

**F. Kirchner** und **H. Kirchner** (Phys. Inst. d. Univ. Köln): Über Ionisation durch starke elektrische Felder. (Vorgetr. von F. Kirchner)

In adsorbierten oder auch chemisch gebundenen Oberflächenschichten kann durch genügend starke elektrische Felder eine spontane Ionisation

der Atome oder Moleküle ausgelöst werden. Diese Ionisation [vgl. F. Kirchner, NATURWISS. 41, 136—137, 1954] führt zu einer Änderung der Intensitätsverteilung der Feldelektronenemission, die nach dem Verfahren von E. W. Müller an feinen Kristallspitzen beobachtet wird. Auch der als Felddesorption bezeichnete Entladungsvorgang im „Feldionenmikroskop“ beruht auf einer solchen spontanen Ionisation.

**K. H. v. Klitzing**, unter Mitwirkung von **E. Wesselhöft** (Phys.-Techn. Bundesanstalt, Braunschweig): Untersuchung von Umwandlungsvorgängen und Seigerungserscheinungen in Nickelstählen mit Hilfe von Magnetitsuspension. (Vorgetr. von K. H. v. Klitzing)

Die Methode der „Bitter'schen Streifen“, d.h. das Aufbringen von Magnetitsuspension auf polierte Metalloberflächen im Magnetfeld, ermöglicht die mikroskopische Untersuchung bestimmter metallkundlicher Probleme, bei denen magnetische Inhomogenitäten auftreten. An Stählen mit 28% Ni zeigen sich Muster, die zunächst nur durch Kristallseigerung bei der Erstarrung bestimmt sind. Nach teilweiser Abkühlung der Probe in flüssiger Luft erhält man nadelförmige Muster infolge Bildung der raumzentrierten Phase. Nach Glühungen kann weiterhin der Zerfall der raumzentrierten Phase verfolgt werden.

Seigerungserscheinungen an einem Nickelstahl mit 0,3% C, 7% Ni infolge von Temperung im zweiphasigen Gebiet bei 600°C wurden in Weiterführung einer Arbeit von K. Janssen, E. Houdremont und W. Jellinghaus [ARCH. EISENHÜTTENWESEN 24, 323, 1953] hinsichtlich der Verteilung der entmischten Zonen näher untersucht. [Erscheint in ARCH. EISENHÜTTENWESEN.]

**L. Reimer** (Münster): Über eine irreversible Remanenzänderung in plastisch gedehntem Nickel.

Eine von Förster und Stambke, sowie von Dehlinger und Scholl bei Nickel beobachtete irreversible Remanenzänderung nach plastischer Dehnung wird durch homogene Eigenspannungen II. Art zu erklären versucht. Messungen der thermischen Erholung und die reversible Abnahme der Remanenzänderung durch Abkühlung auf die Temperatur der flüssigen Luft bestätigen diese Deutung.

**R. Ochsenfeld** (Phys.-Techn. Bundesanstalt, Braunschweig): Über den  $\Delta E$ -Effekt an Eisen-Nickel-Legierungen.

Der E-Modul einer Eisen-Nickel-Legierung mit 60% Nickel zeigt in Abhängigkeit vom Magnetfeld bei ca. 9 Oe ein stark ausgeprägtes Minimum. Dasselbe besitzt Dämpfung und die bei mechanischen Belastungen erzeugten Ummagnetisierungen ein starkes Maximum. Wird der normale E-Modul eines Ferromagnetikums dem magnetisch gesättigten Zustand zugeschrieben und mit  $E_0$  bezeichnet, so läßt sich eine allgemeine Beziehung

$$E = E_0[1 - (4\pi/\mu_r) \cdot E_0 \cdot (dJ/d\sigma)^2]$$

ableiten, die experimentell überprüft und bestätigt wurde. In der obigen Gleichung bedeuten:  $\mu_r$  = reversible Permeabilität;  $dJ/d\sigma$  = Magnetisierungsänderung / Spannungsänderung.

Im entmagnetisierten Zustand und in magnetischen Feldern bis 20 Oe nimmt der E-Modul mit der elastischen Spannungsamplitude linear ab. Das besagt, daß im Dehnungs-Spannungsdiagramm ( $\lambda$ - $\sigma$ -Diagramm) bei periodischen Schwingungen Schleifen durchlaufen werden, die mit den Hysteresen



Schleifen im Rayleigh-Gebiet verglichen werden können, so daß man von einem „magnetomechanischen“ Rayleigh-Gebiet sprechen kann.

#### I Die Kornetzki'sche Beziehung

$$\vartheta_m/\sigma = (1/E) \cdot dE/d\sigma$$

( $\vartheta_m$  = Dekrement der magnetomech. Dämpfung) wird durch Messung der magnetomechanischen Dämpfung und des relativen  $\Delta E$ -Effektes im Bereich des magnetomechanischen Rayleigh-Gebiets experimentell bestätigt.

In magnetischen Feldern höher als 20 Oe wird bei kleinen Spannungsamplituden auch noch eine Abnahme des E-Moduls festgestellt. Bei größeren Amplituden springt der E-Modul zu höheren Werten. Der Sprung erfolgt bei Spannungsamplituden, die umso kleiner sind, je höher das Feld ist.

#### H. Frinken und E. Kappler (Phys. Inst. Univ. Münster): Elastische Hysterese und inhomogene Eigenspannungen bei Ni. (Vorgetr. von H. Frinken)

Bericht über Messungen der Fläche der elastischen Hystereseschleife sowie der röntgenographischen Linienverbreiterung an plastisch gedehnten Stäben aus reinem Ni. Nach Beobachtungen von L. Reimer besteht die röntgenographische Linienverbreiterung bei plastischer Dehnung aus einem Anteil, der durch homogene Eigenspannungen II. Art verursacht ist, und einem Anteil, der durch inhomogene Eigenspannungen und Teilchenkleinheit bedingt ist. Es wird gezeigt, daß die Fläche der Hystereseschleife durch die inhomogenen Eigenspannungszustände bedingt ist. Dies wird durch Messungen bei verschiedenen Verformungsgraden und Vorbehandlungen, durch Messungen der Erholung und durch Messungen an Proben, die mehrfach be- und entlastet wurden, belegt. U. a. erhält man für den Verlauf der Hysteresefläche in Abhängigkeit von der oberen Umkehrspannung eine Gerade, deren Neigung und Achsenabschnitt auf der Spannungsachse von der thermischen Vorbehandlung derartig abhängt, daß die für verschieden vorbehandelte Proben erhaltenen Geraden durch einen Schnittpunkt gehen. Derselbe Kurvenverlauf ergibt sich für die röntgenographische Linienverbreiterung.

#### Edith Fischer (Phys. Inst. d. Univ. Jena): Störungen der Domänenstruktur von Seignettesalzkristallen durch mechanische Einflüsse.

Auf die Existenz einer speziellen ferroelektrischen Struktur in der Umgebung vorhandener kleiner Löcher im Seignettesalzkristall wird bereits von T. Mitsui und J. Furuichi hingewiesen [PHYS. REV. 90, 193, 1953]. Bei Beobachtung der Domänenstruktur eines X-Schnittes von 2 mm Dicke in der Umgebung künstlich in die Oberfläche eingeprägter Fehlstellen zeigt sich eine Deformation der Domänen [E. Fischer, NATURWISS. 41, 116, 1954]. Durch ein elektrisches Feld parallel der X-Achse kann ein Einfluß auf die Breite der Domänen, nicht aber auf ihre Form ausgeübt werden. Das gleiche Ergebnis erhält man nach vorübergehendem Erhitzen über den Curie-Punkt.

Domänen deformationen konnten ebenfalls durch einen inhomogenen Druck hervorgerufen werden. Er wurde durch zwei sich gegenüberliegende Schneiden auf das parallel zu den Domänen verlaufende Kantenpaar ausgeübt.

Ein inhomogener Druck auf das senkrecht zu den Domänen verlaufende Kantenpaar hat, von den Schneiden ausgehend, eine Trennung in ein Gebiet vorwiegend heller und in ein Gebiet bevorzugt dunkler Domänen zur Folge.



An Grenzen von b- und c-Domänen wurde eine Aufsplitterung der Domänen zu „dolchförmigen“ Bezirken beobachtet.

**E. Kappler und R. Mock** (Phys. Inst. Univ. Münster): Zur Realstruktur von Einkristallen. (Vorgetr. von E. Kappler).

Es wird ein Röntgenspektrometer beschrieben, mit dem man photographisch von einer Einkristallprobe einerseits die Verteilungskurve der Werte von  $\lambda/\delta$  unabhängig von der Gitterorientierung ermitteln kann. Außerdem läßt sich an derselben Stelle der Probe die Verteilungskurve der Orientierungen der innerhalb des angestrahlten Bereiches liegenden verschieden orientierten Gebiete unabhängig von deren Gitterkonstanten bestimmen. Untersucht wurden NaCl, KBr, LiF,  $\text{CaCO}_3$ , Al, die charakteristische Unterschiede aufweisen. Es wird in diesem Zusammenhang das Problem der natürlichen Linienbreite von Röntgenlinien diskutiert.

**E. Kappler und R. Mock** (Phys. Inst. Univ. Münster): Röntgenographische Studie zur Frage der Erholung von plastisch verformten Aluminium-Einkristallen. (Vorgetr. von R. Mock).

Bericht über Messungen an plastisch gedehnten und plastisch gebogenen Aluminium-Einkristallen mit dem im vorhergehenden Vortrag beschriebenen Röntgenspektrometer. Plastisch verformte Al-Kristalle, die nach dem Rekristallisationsverfahren hergestellt worden waren, zeigen eine Verbreiterung der  $(\lambda/\delta)$ -Verteilungskurven und eine erhebliche Streuung der Gitterorientierungen gegenüber dem unverformten Ausgangszustand. Nach thermischer Behandlung bei Temperaturen zwischen 150 °C und 650 °C geht die Halbwertsbreite der  $(\lambda/\delta)$ -Verteilungskurven in charakteristischer Weise zurück, während die Verteilungskurve der Gitterorientierungen sich innerhalb des verwendeten Auflösungsvermögens der Anordnung (ca. 10') nicht ändert.

**H. Bittel und L. Storm** (Inst. f. angew. Phys. d. Univ. Münster): Untersuchungen über das Stromrauschen von Widerständen (Vorgetr. von L. Storm)

An einem gleichstromdurchflossenen Schichtwiderstand tritt eine Rauschspannung auf (Stromrauschen), die sich dem thermischen Widerstandsrauschen überlagert. Messungen des Stromrauschens im Bereich von 30 Hz bis 300 kHz bestätigen die von anderer Seite — bei sehr niedrigen Frequenzen — gefundene starke Frequenzabhängigkeit (Abfall des Leistungsspektrums etwa umgekehrt proportional zur Frequenz). An Drahtwiderständen wurde ebenfalls ein Stromrauschen mit ähnlichem Spektrum, aber viel kleineren Leistungen beobachtet. Die starke Frequenzabhängigkeit deutet auf Elementarvorgänge mit großer Zeitkonstante hin. Die Vermutung, daß infolge des Zusammenwirkens weniger relativ großer Teileffekte eine anomale Form für die statistische Amplitudenverteilung auftritt, konnte experimentell nicht bestätigt werden. Bei Schichtwiderständen und Drahtwiderständen zeigt die Rauschspannung eine Gauß'sche Amplitudenverteilung.

## Nachmittags

**Einzelvorträge: Supraleitung, Hochfrequenz und Elektrizität in Gasen**

**G. Lautz** (Inst. f. Techn. Phys. d. TH Braunschweig): Neue Ergebnisse auf dem Gebiet der Supraleitung. (Zusammenfassender Vortrag)

Durch die Entdeckung des Ru, Os und Tc ( $T_s = 11,2^\circ\text{K}$ ) als S-Leiter ist deren Verbreitung unter den reinen Metallen bis in die 8. Spalte des Perio-



dischen Systems erweitert worden. Bi kann nach den Versuchen von Hilsch in Aufdampfschichten s-leitend werden, wenn diese bei He-Temperaturen hergestellt sind. Eine Einteilung der Elemente nach ihren Eigenschaften im S-Zustand erweist sich nach Corak und Wexler als wenig sinnvoll, da die magn. Härte auf eingelagerte C-, N- und O-Verunreinigungen in geringen Konzentrationen ( $10^{16}$  bis  $10^{17}$  cm<sup>-3</sup>) zurückgeführt werden kann.

Die Abhängigkeit der S-Leitung von der Kristallstruktur, der Bindung, der Elektronenstruktur u.a. kann durch die Vielzahl neuer Versuche an Legierungen und Verbindungen verfolgt werden. Die S-Leiter erstrecken sich heute über alle Kristallklassen. Selbst in dem sonst typischen Iongitter des CaF<sub>2</sub> gibt es das s-leitende CoSi<sub>2</sub>. Das Bi bildet sogar mit den Metallen der 1. Gruppe S-Leiter mit Sprungtemperaturen über 4,2 °K. Unter den s-leitenden Si- und Ge-Verbindungen hat das V<sub>3</sub>Si den höchsten Sprungpunkt (17,0 °K) unter allen reinen Verbindungen. Feste Lösungen einheitlicher Struktur ermöglichen es z.B., in den ternären Systemen (Co,Rh)Si<sub>2</sub>, (Nb,W)N oder Nb(C,N) die Abhängigkeit der S-Leitung von der Gitteraufweitung zu studieren. So erhält Matthias beim NbC<sub>0,3</sub>N<sub>0,7</sub> gegenüber dem NbN eine Sprungpunktverschiebung von 15,6° bis 17,8 °K.

Als augenscheinlichste Beeinflussung der S-Leitung wird die Verschiebung der Sprungtemperatur in Abhängigkeit von den äußeren physikalischen Bedingungen diskutiert. Versuche über die Druckabhängigkeit erscheinen noch wenig einheitlich. Chester und Jones gelang es, Bi unter 20 000 atm. Druck s-leitend zu machen. Der Einfluß kleinster Verunreinigungen auf die Sprungtemperatur des CuS nach Buckel und Hilsch beweist, daß auch bei metallischen Leitern Störterme wie z.B. bei Halbleitern vorhanden sind und nur durch die große metallische Leitfähigkeit meist überdeckt werden. Als besonders drastisches Beispiel für die Auswirkung der Fehlordnung können die Untersuchungen der gleichen Autoren an dünnen, bei He-Temperaturen aufgedampften Sn-Schichten gewertet werden. Sprungpunkterhöhungen von 24 % zeigen die Begünstigung der S-Leitung durch die Fehlordnung. — Der von Reynolds, Serin und Nesbitt gefundene Isotopieeffekt hat insofern Bedeutung, als hier experimentell eine Wechselwirkung zwischen Gitterschwingungen und s-Elektronen in Erscheinung tritt, wie sie von Fröhlich und Bardeen in den atomistischen Theorien der S-Leitung gefordert wird.

Bei den Übergangskurven der Legierungen und Verbindungen können starke Unterkühlungen und Überhitzungen in weitgehender Analogie zum Übergang fest-flüssig auftreten. Die beobachteten Effekte lassen sich nach Faber durch die Keimbildung und die Instabilität kleinster Keime infolge einer endlichen Oberflächenenergie zwischen n- und s-Phase erklären.

**E. O. Philipp** (Inst. f. Angew. Phys. d. Univ. Kiel): Untersuchungen an den Frequenzteilerschaltungen mit Sekundärelektronenröhre.

Für die von Kroebel angegebene Frequenzteilerschaltung mit Sekundärelektronenröhre wurden die Schaltungsbedingungen für maximale Teilverhältnisse sowie maximale Impulsfolgefrequenzen der zu teilenden Spannungen untersucht. Hierbei ergab sich, daß bei einer Einstellung auf ein Teilverhältnis von 200:1 ein streng stabiles Arbeiten der Stufe erreicht werden kann, wenn die ermittelten Betriebsbedingungen innegehalten werden.

Ferner konnte gezeigt werden, daß die Frequenzteilerstufe noch bei Impulszeitabständen von 0,25 µsec entsprechend einer Impulsfolgefrequenz



von 4 MHz einwandfrei arbeitet. Jedoch ist bei diesen hohen Impulsfolgefrequenzen nur ein Teilverhältnis von 100:1 unter den angegebenen Betriebsbedingungen zu erzielen.

**W. Kroebel** (Inst. f. Angew. Phys. d. Univ. Kiel): Über eine Neue Integrations- und Impulsschaltung für hohe Amplituden und Frequenzteilverhältnisse ohne Sekundärelektronenröhre.

Die Erzeugung von elektrischen Impulsen hoher Spannung und Flankensteilheit sowie die Frequenzteilung von periodischen Impulsfolgen mit beliebigen Teilungsverhältnissen bis zu 200:1 durch Anwendung einer Integration läßt sich außer mit den vom Verfasser angegebenen Schaltungen mit Sekundärelektronenröhre in gewissem Umfange auch mit gewöhnlichen Pentoden bei spezieller Schaltungsweise solcher Röhren durchführen. Durch die Verwendung von eigens für diese Zwecke konstruierten Röhren konnten hierbei extreme Arbeitsbedingungen verwirklicht und unter diesen extreme Werte für die Frequenzteilung sowie die Amplitude der erzeugten Impulsspannungen erzielt werden.

**G. Haas** (Inst. f. Angew. Phys. d. Univ. Kiel): Berechnungen und Untersuchungen über die Zeitverzögerung der Impulsauslösung beim Multivibrator.

Die mathematische Untersuchung des Kippeinsatzes beim Multivibrator unter Berücksichtigung der Nichtlinearität der Röhrenkennlinien zeigt, daß zwischen dem Kippeinsatz und der Kippspannung an den Anoden eine Verzögerungszeit auftritt, die in der Größenordnung von etwa  $10^{-7}$  bis  $10^{-6}$  sec liegt und durch die Umladung der schädlichen Parallelkapazitäten während des Kippvorganges bedingt ist. Beim monostabilen Multivibrator verursacht diese Verzögerungszeit eine zeitliche Verschiebung zwischen Auslöseimpuls und Anodenspannungsimpuls. Während bei Auslöseimpulsen, deren Anstiegszeit größer als die Zeitkonstante an den Anoden ist, praktisch unabhängig von der Größe des Auslöseimpulses die Verzögerungszeit des selbstschwingenden Multivibrators auftritt, ist die Verzögerungszeit bei steileren Auslöseimpulsen von deren Amplitude abhängig. Die sich aus den theoretischen Überlegungen ergebenden Hinweise zur Verringerung der Verzögerungszeit wurden experimentell untersucht, wobei die Anstiegszeit der Auslöseimpulse  $3 \times 10^{-8}$  sec betrug. Die bisher erzielten Ergebnisse gestatten für Anwendungsgebiete, wo es nicht auf die formgetreue Übertragung der Impulse ankommt, den monostabilen Multivibrator als Impulsverstärker zu benutzen, der bei Impulsspannungen von über 100 mV eine Verzögerungszeit aufweist, die unter  $10^{-8}$  sec liegt und in weiten Grenzen unabhängig von der Impulsbreite ist und eine etwa 500-fache Verstärkung besitzt.

[Der erste Teil dieser Arbeit wird in einem der nächsten Hefte der Z. ANGEW. PHYS. erscheinen, der zweite Teil wird zum Druck vorbereitet.]

**J. H. Toint** (Kabel- und Gummiwerke A.G. Eupen): Eine einfache Schaltung für die Messung der Vierpoldämpfung bei dm- und cm-Wellen.

Das lineare Dämpfungsgesetz

$$\Delta\alpha = 32 \Delta x/d \quad \text{in db. für H-Welle und } f \ll f_0,$$

wobei  $x$  der Abstand zwischen Ankopplungsschleife und Erreger und  $d$  der Durchmesser des kreiszylindrischen Hohlrohres sind, und welches für Hohl-



Hohlrohr unterhalb der Grenzfrequenz  $f_0$  gilt, erlaubt zwar die lineare Einteilung der Mikrometerschraube eines magnetischen Hohlrohrspannungsteilers unmittelbar in Dämpfungseinheiten, setzt aber das Vorhandensein einer reinen H-Welle ohne E-Komponente voraus.

Die Untersuchung im Bereich von 100 bis 4000 MHz erläutert die beiden bestehenden Möglichkeiten, ein fehlerfreies Messen zu erzielen; da die erste jedoch einer erheblichen Verstärkung bedarf, wird sie in der Praxis abgelehnt.

Der gewählten Lösung nach wird mit Hilfe einer Reaktanzleitung ein Spannungsknoten an der Ankopplungsstelle des Erregers hervorgerufen und dadurch die E-Welle im Hohlrohr unterdrückt.

Die Dämpfungsmeßschaltung für den Bereich 100 bis 4000 MHz besteht aus einer Kettenvergleichsschaltung: Generator, HR-Spannungsteiler als Vergleichsvierpol, Meßobjekt, Detektorglied samt Ableseverstärker, Abschlußwiderstand. Anpassungsschwierigkeiten, Stoßdämpfungen und Rückwirkungen werden durch Zuschalten je eines festen, rein ohmschen Dämpfungsgliedes vor und hinter dem Meßobjekt weitgehend beseitigt. Die Ablesungsdifferenz beim Vergleichsvorgang ermittelt folglich die Summe der gesuchten Vierpoldämpfung und zweier Stoßdämpfungen, die durch das Einfügen des Meßobjektes in eine homogene, phasenwinkelfreie Vierpolkette hervorgerufen sind.

Abgebildete Kurvenscharen ermöglichen praktisch den Vorgang in direkter Ablesung. Vergleichsmessungen haben eine Genauigkeit von ca. 0,15 db. im gesamten Frequenzbereich aufgewiesen.

**F. Dröge** (Inst. f. Angew. Phys. d. Univ. Kiel) und **W. Priester** (Inst. f. Theor. Phys. d. Univ. Kiel): Meßergebnisse und Erfahrungen bei der Untersuchung der extraterrestrischen Radiofrequenzstrahlung für eine Frequenz von 200 MHz. (Vorgetr. von F. Dröge).

Es wird Aufbau und Wirkungsweise der Kieler Anlage, die auf einer Frequenz von 200 MHz arbeitet, an Hand eines Blockschaltbildes besprochen, speziell die Antennen- und Verstärkeranlage behandelt. Zur Verwendung kommt eine Flächen-Antenne nach dem Prinzip der Telefunken-Tannenbaum-Antenne, bestehend aus 21  $\lambda$ -Dipolen, die in 3 Gruppen zu je 7 Stück über einem Reflektornetz aus Maschendraht von 25 m<sup>2</sup> Fläche angeordnet sind. Der Antennengewinn beträgt 144, die Halbwertsbreite etwa 16°. Der Vorverstärker hat eine Empfindlichkeit von 6 kTo bei 200 MHz.

Außerdem wird über die beim Betrieb der Anlage gesammelten Erfahrungen und durchgeführten Messungen berichtet. Insbesondere werden die berechneten und gemessenen Richtdiagramme der Antenne (Horizontal- und Vertikal-Schnitt) gezeigt und Meßreihen aus der z. Zt. laufenden Durchmusterung der Milchstraße erklärt. Ziel der Durchmusterung ist die Aufstellung einer Isophotenkarte der Sphäre.

**J. Schmidt** und **H. Raether** (Inst. f. Angew. Physik, Hamburg): Die Elektronenlawine und ihre weitere Entwicklung im Plattenzähler. (Vorgetr. von J. Schmidt).

Die Form des Spannungsimpulses, wie ihn ein dampfgefüllter Plattenzähler beim Durchgang einer Elektronenlawine liefert, wird einschließlich ihrer Feinstruktur oszillographisch ausgemessen und auf Grund einer Theorie der Trägerströme in allen Einzelheiten erklärt.

Die Auswertung der Impulse erlaubt die Bestimmung der Ionenbeweglichkeit, der Anlagerungswahrscheinlichkeit von Elektronen an Dampf-

moleküle und der Dissoziationshäufigkeit der Dampfionen. Ferner wird in dem mit einem Edelgas-Dampf-Gemisch gefüllten Plattenzähler der Mechanismus des Selbstlöschens einer Zählrohrentladung (Unterdrückung der Elektronennachlieferung) näher untersucht. Die Messungen liefern unmittelbar die Ausbeute der Kathode sowie den Umladequerschnitt beim Stoß Gasion gegen Dampfmolekül.

**J. van Calker** (Phys. Inst. Univ. Münster): Die optische Absorption und das Nachleuchten abklingender Funkenentladungen.

Zur genauen zeitlichen Festlegung der spektralen Emission sowie der Absorption gesteuerter Funkenentladungen ist der Gleichlauf des elektrischen Steuermechanismus mit dem optischen Verschluß unbedingte Voraussetzung. Darüber hinaus muß die Phasenlage beider gegeneinander verstellbar sein, um auch den zeitlichen Verlauf der Erscheinungen verfolgen zu können. Diesen Bedingungen genügt ein neu entwickelter mechanischer Phasenschieber, der auch während des Betriebes verstellt werden kann. Die mit dieser Vorrichtung aufgenommenen Spektren liefern den zeitlichen Verlauf der Linien zunächst in Emission und im abklingenden Funken bei kontinuierlicher Durchstrahlung in Absorption. Neben den Grundlinien treten hierbei u. U., wie z. B. beim Zinn, auch Banden in Absorption auf. Gleichzeitig kann in Emission das Nachleuchten der Entladung beobachtet werden. Es handelt sich hierbei um das Nachleuchten des aktiven Stickstoffs, welches durch den Metaldampfgehalt des Entladungsraumes modifiziert wird.

**R. W. Larenz** (Inst. f. Theor. Phys. TH. Hannover): Über Plasmabewegungen großer Amplitude und die damit verbundene Ladungstrennung.

Ausgehend von hydrodynamischen Vorstellungen wird eine Beziehung für eindimensionale Ionen- und Elektronenbewegung bei quasistationärer Zustandsänderung abgeleitet. Lösung der zugeordneten nichtlinearen Differentialgleichung zeigt, daß im Plasma periodische und nichtperiodische Vorgänge ablaufen können, wobei die Amplituden der Zustandsgrößen die Ruhe-Größen weit zu überschreiten vermögen. Insbesondere kann eine erhebliche Ladungstrennung auftreten, wenn die Elektronentemperatur groß ist gegenüber der Ionentemperatur. Das für die Erscheinungen wesentliche Frequenzgebiet liegt im Bereich der Ionen-Plasmafrequenz, von der vermutet wird, daß sie für die Entstehung des nichtthermischen Anteils der kosmischen Radioemission von ähnlich entscheidender Bedeutung ist, wie die Elektronen-Plasmafrequenz für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen.



Vormittags

**R. Jaeckel** (Phys. Inst. d. Univ. Bonn): Erzeugung und Messung kleinster Drucke unter  $10^{-7}$  Torr.

Bezüglich der tiefsten Drucke, die sich in evakuierten Räumen erzielen lassen, bestand lange Zeit eine Diskrepanz zwischen den Werten, die mit Diffusionspumpen-Anordnungen und Ionisationsmanometern gemessen, und den Vakuumangaben, die bei Arbeiten über Oberflächen-Effekte, z. B. Messung der Elektronen-Austrittsarbeit aus der Geschwindigkeit der Wiederbedeckung von weitgehend gasfrei gemachten Oberflächen, indirekt errechnet wurden, insbesondere, wenn bei der letzteren Anordnung zur Erzielung eines hohen Vakuums außer Pumpen zusätzlich noch Getter in Anwendung kamen. Während mit der ersteren Anordnung keine kleineren Drucke als  $10^{-8}$  Torr gemessen werden konnten, wurden aus der Wiederbedeckungsgeschwindigkeit wesentlich kleinere Drucke errechnet. Die Aufklärung dieser Diskrepanz ging aus von der Vermutung von Becker und Nottingham (Massachusetts Institute of Technology Conference on Physical Electronics, 1947), die darauf hinwiesen, daß in der üblichen Ionisationsmanometer-Anordnung die Elektronen bei ihrem Auftreffen auf das als Anode geschaltete Gitter weiche Röntgenstrahlen auslösen, die ihrerseits auf dem Auffangzylinder für die positiven Ionen sekundäre Photoelektronen freimachen, die im außen angeschlossenen Stromkreis einen Strom desselben Vorzeichens vortäuschen wie aufgefangene positive Ionen und damit den Druck im Meßraum zu hoch erscheinen lassen. Eine Bestätigung dieser Vermutung und gleichzeitig ein Ausweg aus der Schwierigkeit wurde fast gleichzeitig von Bayard und Alpert [REV. SCI. INSTR. **21**, 571, 1950], J. J. Lander [REV. SCI. INSTR. **21**, 672, 1950] und G. H. Metson [BRIT. J. APPL. PHYS. **2**, 46 1951] angegeben. Die Lösung von Bayard und Alpert besteht in einer Elektrodenanordnung mit sehr kleiner Oberfläche des Auffängers für die positiven Ionen, wodurch nur ein sehr geringer Anteil der weichen Röntgenstrahlen, dagegen ein sehr großer Anteil der positiven Ionen auf den Auffänger trifft. Mit dieser Anordnung gelang es, Drucke bis herab zu  $10^{-12}$  Torr zu messen. Zur Erzeugung wurde der Weg beschritten [Alpert, J. APPL. PHYS. **24**, 860, 1953; Alpert und Buritz, J. APPL. PHYS. **25**, 202, 1954], daß zunächst bis zu Drucken von  $10^{-7}$  Torr mit einer Diffusionspumpe und anschließend das durch ein Ventil abgesperrte System mittels des Gasauflagerückstromeffektes in der Ionisationsmanometeröhre selbst weiter evakuiert wurde. Der niedrigste bisher erreichte Totaldruck liegt bei  $3 \times 10^{-11}$  Torr. Diese Grenze ist bedingt durch das Helium, das aus der Atmosphäre durch die Glaswand hindurch eindringt. Es wurde u. a. nachgewiesen mittels eines kleinen Massenspektrometers, das die äußeren Abmessungen einer üblichen Vakuummeteröhre hat und in elektrischer Anordnung wie ein Zyklotron arbeitet. Das hiermit aufgenommene Massenspektrum zeigt deutlich einen erheblichen Anteil an Helium, wobei außerdem dieser Helium-Anteil im Gegensatz zu den Anteilen der übrigen Gasarten mit der Zeit zunimmt.

Einzelvorträge: Kosmische Strahlung, Kernphysik

**J. Roederer** (Max-Planck-Inst. f. Phys. Göttingen): Breiteneffekt der Nukleonenkomponente der kosmischen Strahlung.

Die Absorption der Nukleonenkomponente in Luft wurde aus Messungen in kernphotographischen Emulsionen untersucht, die in den argentinischen

schen Anden zwischen 1000 und 5400 m Höhe in  $15^\circ$  [J. Roederer, Z. NATURFORSCH. 7a, 765, 1952] und in  $28^\circ$  südlicher geomagnetischer Breite exponiert waren. Die Absorptionslängen betragen in beiden Breiten  $150 \pm$  beziehungsweise  $154 \pm 5$  g/cm<sup>2</sup> für Sterne mit 3 oder mehr Spuren. Die Intensität in  $28^\circ$  ist um einen Faktor  $1,19 \pm 0,04$  größer als in  $15^\circ$ . An Hand einer empirischen Beziehung zwischen Primärenergie und Sterngröße wurden die Energiespektren in den verschiedenen Breiten (bei gleicher Höhe bestimmt und untereinander verglichen. Die Absorptionslängen für Nukleonen verschiedener Energiebereiche betragen:

$< 1$	$1 - 3$	$3 - 6$	$> 6$	(in GeV)
$161 \pm 5$	$148 \pm 8$	$133 \pm 10$	$130 \pm 25$	(in g/cm <sup>2</sup> )

Die experimentellen Ergebnisse wurden mit den Aussagen der Theorie der Nukleonenkaskade verglichen.

**K. Gottstein** (Göttingen): Zur Aufspaltung der schweren Kerne in der kosmischen Strahlung.

Die Untersuchungen, über die in NATURWISS. 40, 104 (1953) berichtet wurde, sind fortgesetzt worden, um die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der in den USA und Bristol, England, arbeitenden Gruppen über das Vorkommen der Kerne Li, Be und B in der primären kosmischen Strahlung zu klären. In kernphotographischen Emulsionen, die mit Freiballons in 28 km Höhe exponiert worden waren, wurden die Reaktionen der schweren Kerne ( $Z \geq 3$ ) mit den Kernen aus der Emulsion studiert. Die Ladungen und Energien der einfallenden Teilchen wurden sowohl „direkt“ aus ihrer Coulomb-Streuung und der  $\delta$ -Strahlendichte oder der Änderung der  $\delta$ -Strahlendichte mit der Restreichweite, als auch „indirekt“ durch Messung der Öffnungswinkel der Bruchstückschauer und der insgesamt in der Reaktion freiwerdenden Energie bestimmt.

Der beobachtete Wirkungsquerschnitt für das Auftreten schwerer Bruchstücke ( $Z \geq 3$ ) bei den Zusammenstößen schwerer Kerne ist in Übereinstimmung mit den früheren Ergebnissen von Peters. Die für den Gipfel der Atmosphäre abgeleiteten Energie- und Ladungsverteilungen der einfallenden schweren Kerne stimmen mit denen von Dainton, Fowler und Kent gefundenen annähernd überein. Die Kerne Li, Be, B treten mit ungefähr gleicher Häufigkeit auf wie die Kerne C, N, O, F. Die Häufigkeit der Erzeugung von Mesonen beim Zusammenstoß schwerer Kerne wurde untersucht.

**F. Kirchner, K.H. Lauterjung, E. Caspary und W. Wilhelmy** (Phys. Inst. d. Univ. Köln): Streuung von Neutronen an Protonen in Resonanzpräzession. (Vorgetr. von K.H. Lauterjung).

Eine von einer Radium-Beryllium-Quelle kommende Neutronenstrahlung durchsetzt eine einige cm dicke Wasserschicht, die sich in einem Magnetfeld befindet. Es wird der experimentelle Nachweis erbracht, daß die hier auftretende Schwächung der Strahlintensität geringer ist, wenn die Protonen in der Wasserschicht in Resonanzpräzession gebracht werden, als außerhalb der Resonanzstelle.

**F. Kirchner und R. Wiebelitz** (Phys. Inst. d. Univ. Köln): Über erzwungene Schwingungen des symmetrischen Kreisels. (Vorgetr. von R. Wiebelitz).

Als Demonstrationsversuch zur Kerninduktion wurden erzwungene Schwingungen des schweren symmetrischen Kreisels in Abhängigkeit von der Frequenz des erregenden periodischen Drehmoments vorgeführt. Hier



zu diene ein durch einen kleinen Motor angetriebener Kreisel in cardanischer Aufhängung; das erregende Drehmoment wurde von einer dünnen Spiralfeder erzeugt, die mit Hilfe einer langsam umlaufenden Welle periodisch gespannt und entspannt wurde.

Es wurde gezeigt, daß die nach dem Abklingen der Eigenschwingungen übrig bleibenden erzwungenen Schwingungen darin bestehen, daß die Figurenachse des Kreisels auf dem Mantel eines elliptischen Kegels, im Resonanzfall eines Kreiskegels umläuft. Es gibt zwei Resonanzstellen, und zwar bei den Eigenfrequenzen der „Präzession“ und der „Nutation“; der erstere Fall entspricht dem Kernresonanzversuch. Ferner wurde gezeigt, wie sich der Umlaufsinn, die Lage der Hauptachsen der Ellipse und die Phasenbeziehungen zwischen erzwungener Schwingung und erregendem Drehmoment mit der Frequenz verändern. Auch wurden Beziehungen zur Pendelschwingung des nicht rotierenden Kreisels aufgewiesen.

Die theoretische Behandlung des Problems erfolgte zunächst mit Hilfe der Föppl'schen Näherungsmethode (ohne und dann auch mit Berücksichtigung der Reibung), wobei alle vorgeführten charakteristischen Züge des Bewegungsablaufs richtig beschrieben werden. Ein exakt gültiges Differentialgleichungssystem erlaubte schließlich weitere Aussagen über die Präzessionsresonanz und über zirkuläre periodische Erregung.

**B. Elsner, H. Neuert und U. Timm** (Phys. Staatsinst. Hamburg): Winkelverteilung der D,D-Neutronen bei kleinen D-Energien. (Vorgetr. von B. Elsner).

Die Winkelverteilung der bei der D,D-Reaktion ausgesandten Teilchen ist schon bei den kleinsten anwendbaren D-Energien unsymmetrisch gemäß

$$N(\vartheta) = N_{90} (1 + A \cdot \cos^2 \vartheta).$$

Diese Unsymmetrie ist für den Prozeß  $D(D,H^3)p$  mehrfach sorgfältig untersucht worden und gut bekannt [z.B. W. A. Wenzel u. W. Whaling, *PHYS. REV.* **88**, 1149, 1952]. Die wenigen Messungen am Prozeß  $D(D,He^3)n$  haben aber zu stark unterschiedlichen Ergebnissen für den Betrag von A geführt, wobei Messungen an den Neutronen mit  $BF_3$ -Zähler [I. Bartholdson, *ARK. Fys.* **2**, 271, 1950] eine Winkelverteilung ähnlich der für Protonen, andere an den  $He^3$ -Teilchen [E. A. Eliot, D. Roaf u. P. F. Shaw, *PROC. ROY. SOC. A* **216**, 57, 1953] eine sehr viel stärkere Unsymmetrie ergaben.

Zur Klärung der Diskrepanzen wurden hier Messungen an den Neutronen durchgeführt, und zwar wurde dabei eine auch schon für geringe Neutronenintensitäten anwendbare Indikatormethode benutzt, bei der ein NaJ(Tl)-Kristall durch die zunächst in Paraffin in geeigneter Weise verlangsamten Neutronen aktiviert und dann nach der Szintillationsmethode auf seine  $^{128}J$ -Aktivität ( $T = 24,99$  min) hin untersucht wurde. Die Kontrolle der Gleichmäßigkeit der Aktivierung während der Bestrahlungsdauer und der Vergleich der jeweiligen Bestrahlungsintensitäten wurde durch Messungen an den Protonen der Reaktion  $D(D,H^3)p$  mit einem Proportionalzähler vorgenommen. Die Messungen, die im Energiebereich zwischen 35 und 70 keV und bei  $0^\circ$  und  $90^\circ$  durchgeführt wurden, weisen darauf hin, daß die Unsymmetrie der Neutronenverteilung innerhalb der Meßgenauigkeit kaum von der für Protonen abweicht.

**K. H. Beckurts und K. Wirtz** (Max-Planck-Inst. f. Phys. Göttingen): Messungen der Diffusionslänge thermischer Neutronen in Graphit. (Vorgetr. von K. H. Beckurts)

Der Absorptionsquerschnitt des Kohlenstoffes für thermische Neutronen kann aus der Diffusionslänge bestimmt werden. Zur Messung der Diffu-

sionslänge wird die Dichteverteilung der Neutronen einer Ra+Be-Neutronenquelle in einem hinreichend großen Quader aus Graphitklötzen mittels radioaktiven Sonden ermittelt. Die Meßwerte werden mit Hilfe der elementaren Theorie der Neutronendiffusion ausgewertet, unter Berücksichtigung der Bremsung der schnellen Neutronen der Quelle auf thermische Energie. Man kann den Einfluß der schnellen Neutronen auch durch eine Cadmium-Differenzmessung eliminieren. Eine an technischem Graphit durchgeführte Untersuchung ergab  $L = 40,5$  cm für die Graphitdichte  $1,9$ . Dem entspricht unter Annahme einer Transportweglänge von  $2,6$  cm ein scheinbarer Absorptionsquerschnitt des Kohlenstoffs von  $6,8 \times 10^{-3}$  barn, d. i. etwa 50 % höher als der in der Literatur angegebene Absorptionsquerschnitt des reinen Kohlenstoffs.

**H. Schultz** (Göttingen): Untersuchungen über die Erzeugung von  $\pi$ -Mesonenschauern in verschiedenen Materialien, insbesondere in Wasserstoff.

Zur Entscheidung zwischen den beiden derzeitigen Theorien über die Erzeugung von  $\pi$ -Mesonenschauern beim Zusammenstoß eines Nukleons mit einem Atomkern, nämlich der multiplen und der pluralen  $\pi$ -Mesonenerzeugung, wurde die Materialabhängigkeit der Produktion durchdringender Schauer mit mindestens drei geladenen Teilchen untersucht. Durch Messungen in verschiedener Meereshöhe und Absorptionsversuche an der auslösenden Strahlung wurde sichergestellt, daß die aus 60 Zählrohren und mehreren Bleischichten bestehende Koinzidenzapparatur fast nur derartige Schauer registrierte. Aus dem Vergleich der Koinzidenzzahlen bei Blei, Eisen, Aluminium, Graphit und Paraffin ergab sich für die leichten Elemente unterhalb Aluminium unabhängig vom Atomgewicht Massenproportionalität. Ein besonders genauer Vergleich zwischen Paraffin und Graphit zeigte, daß dieselbe Beziehung auch für den Wasserstoffanteil des Paraffins gelten dürfte. Da Schauer mit mehr als zwei Teilchen in diesem Falle nur gemäß der Theorie der multiplen  $\pi$ -Mesonenerzeugung entstehen können, wurden die vorliegenden Ergebnisse als eine Bestätigung dieser Theorie angesehen.

**D. H. Vincent** (Isotopenlabor. d. MFA, Göttingen): Über eine Methode zur Absoluteichung durch Elektroneneinfang zerfallender Isotope mit nicht zu hoher Ordnungszahl.

Um die Eignung des für Absoluteichungen von  $\beta$ -Strahlern verwendeten  $4\pi$ -Zählrohrs für die Eichung von solchen Isotopen zu prüfen, die durch Elektroneneinfang zerfallen, wurde ein Präparat von  $^{55}\text{Fe}$  in ein relativ großes  $4\pi$ -Zählrohr gebracht. Das Präparat wurde beiderseitig mit dünneren Al-Folien abgedeckt, die ein Austreten der Auger-Elektronen in den Zählraum verhinderten, sodaß nur die beim Zerfall des  $^{55}\text{Fe}$  emittierte Mn-K-L-Strahlung in das Zählrohr gelangen konnte. Eine Beobachtung der Abhängigkeit der Zählrate vom Druck des Füllgases im Zählrohr ergab den zu erwartenden Anstieg der Zählrate mit zunehmendem Füllgasdruck und den Übergang in einen Sättigungswert bei hohen Drucken. Die Zunahme der Zählrate entsprach genau dem Verlauf einer theoretischen Kurve, die unter Zugrundelegung der geometrischen Zählrohrdaten und des Absorptionskoeffizienten des Füllgases für die Mn-K-L-Strahlung berechnet wurde. Diese Tatsache läßt das  $4\pi$ -Zählrohr zur Absoluteichung von K-Strahlern geeignet erscheinen.

**H. G. Bennewitz** und **W. Paul** (Bonn): Eine Methode mit fokussiertem Atomstrahl zur Bestimmung von Kernmomenten (Vorgetr. von W. Paul).



Es wird gezeigt, daß ein divergenter Strahl neutraler Atome durch ein magnetisches Vierpolfeld (Feldstärke  $H$  proportional dem Abstand von der Symmetrieachse) fokussiert wird, wenn ihr magnetisches Moment  $\mu_{\text{eff}} = \text{const} \cdot H$  ist. Atome, die ein magnetisches Hüllmoment und ein Kernmoment besitzen, erfüllen diese Bedingung, da mit steigender äußerer magn. Feldstärke diese Momente entkoppelt werden (Zeeman-Effekt der Hyperfeinstruktur). Atome mit verschiedenen magnetischen Quantenzahlen  $m_F$  werden dabei räumlich getrennt. Aus der Zahl und der Lage der auftretenden Bilder ergibt sich Spin und magn. Moment des Atomkerns. Eine entsprechende Apparatur wurde aufgebaut und mit den bekannten Kerneigenschaften des  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{85}\text{Rb}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{133}\text{Cs}$  geprüft. Auflösungsermögen und Lichtstärke der Anordnung ist so gut, daß begründete Aussicht besteht, auch radioaktive Kerne untersuchen zu können.

**MONTAG, DER 26. APRIL 1954**

**Vormittags**

**Einzelvorträge: Festkörper, Flüssigkeiten, Optik**

**H. Jahrreiss** (I. Phys. Inst. d. Univ. Köln): Zur Berechnung von Elektroneninterferenzen an Zwillingskristallen.

Es wird rechnerisch untersucht, unter welchen Voraussetzungen das reziproke Gitter eines Zwillingskristalls als Überlagerung der beiden Komponenten darstellbar ist, d. h. unter welchen Bedingungen die Phasenbeziehungen zwischen der Streustrahlung der beiden Komponenten belanglos sind. An einem speziellen Beispiel (flächenzentriert. kub. Gitter nach  $\{111\}$  verzwillingt) wird gezeigt, daß dies der Fall ist, wenn der Kristall senkrecht zur Zwillingschicht die Dicke von wenigen Elementarzellen (Größenordnung 10 bis 40 Å) überschreitet. Methode und Ergebnisse sind auf andere Gitterkonfigurationen übertragbar.

**A. Winkelmann und H. Raether** (Inst. f. Angew. Phys. d. Univ. Hamburg): Über die Aushärtung in dünnen Al-Ag-Schichten. (Vorgetr. von A. Winkelmann).

Mittels Elektroneninterferenzen wurden die bei der Aushärtung einer dünnen, einkristallähnlichen, im Hochvakuum aufgedampften Schicht einer aluminiumreichen Al-Ag-Legierung auftretenden strukturellen Änderungen untersucht und mit den mittels Röntgenstrahlen an kompakten Einkristallen erhaltenen Ergebnissen verglichen. Es zeigte sich, daß nach dem Abschrecken von Temperaturen oberhalb der Sättigungstemperatur die Ausscheidung der hexagonalen Gamma-Phase und damit die Aushärtung in dünnen Schichten bei Zimmertemperatur praktisch sofort erfolgt, während im kompakten Material bei Zimmertemperatur noch keine Ausscheidung stattfindet. (Das Gitter der hexagonalen Gamma-Phase  $\text{Ag}_2\text{Al}$  entsteht aus dem kubisch-flächenzentrierten Gitter des homogenen Mischkristalls durch Translation von  $\{111\}$ -Ebenen.) Dieser Befund wird dadurch erklärt, daß der Übergang in die Gamma-Phase im kompakten Material durch die beim Abschrecken entstandenen inneren Spannungen verzögert wird (Blockierung der Translationen). In der dünnen, nicht kompakten Schicht, in der also die Kriställchen relativ lose nebeneinander liegen und keine inneren

Spannungen entstehen, können die Translationen und damit der Übergang in die stabile Gamma-Phase ungehindert und daher raschestens vor sich gehen.

**G. Pfefferkorn** (Münster): Elektronenmikroskopische Beobachtungen zur Oberflächenwanderung von Kristallbausteinen bei chemischen Grenzflächenreaktionen.

Bei der Bildung von Oxyden, Hydroxyden, Sulfiden, Halogeniden an Metalloberflächen in den entsprechenden Dämpfen wachsen die kristallisierten Verbindungen zum Teil als Nadeln oder Blättchen aus der Reaktionsschicht heraus. Im Gegensatz zu den bekannten Fadenbildungen, die an der Reaktionsstelle aus der Oberfläche herausgeschoben werden, wachsen hier einzelne Bausteine aus der Oberflächenschicht nach oben und lassen die Einkristalle an der Spitze weiterwachsen. Auch bei Reduktionsvorgängen wandern Bausteine weit unterhalb der Schmelztemperatur. Die Abhängigkeit dieser Erscheinungen von der Temperatur, von elektrischen und magnetischen Feldern sowie von Fremdgasen wird untersucht.

**Fr. Krauß** und **H. Warncke** (Köln): Messung der wahren spezifischen Wärme von Nickel bei hohen Temperaturen (Vorgetr. von Fr. Krauß).

Zwischen 180 und 1160 °C wurde die spezifische Wärme von Nickel als Funktion der Temperatur bestimmt. Die Messungen erfolgten in einem Vakuumofen oberhalb von 500 °C nach einer von G. Naeser vorgeschlagenen Methode durch Einwurf eines Platinstäbchens von bekannter Wärmeinhalt in die Probe, zwischen 180 und 600 °C nach einem neuen kontinuierlich arbeitenden Verfahren, das vor allem auch ein genaues Durchmessen des magnetischen Umwandlungsbereiches erlaubt. Die so gefundene  $C_p(T)$ -Kurve wird in einem Gitterschwingungs-, einen magnetischen und einen Restanteil zerlegt, die einzelnen Kurven werden diskutiert.

**R. Nossek** (Phys. Inst. d. Bergakad. Clausthal: Quantitative Messung zum Weglängeneffekt an Leitungselektronen in dünnen Cs-Schichten.

Die mittlere freie Weglänge der Leitungselektronen wird in sehr dünnen Schichten durch die nahen Grenzflächen verkürzt. Aus Widerstandsmessungen an dünnen Cs-Schichten, die im Vakuum von  $10^{-10}$  Torr aufgedampft werden, wird mittels der diese Weglängeneffekte quantitativ beschreibenden Theorie von Fuchs und Sondheimer die mittlere freie Weglänge der Leitungselektronen in Cs bestimmt.

**H. Korsching** (Göttingen): Eine Methode zur direkten Bestimmung von Thermodiffusionskoeffizienten in Flüssigkeiten.

Während bisher in fast allen Fällen Thermodiffusionskonstanten mit Hilfe des Clusius-Dickel'schen Verfahrens bestimmt wurden, wird hier eine Apparatur angegeben, die nach der Methode der optischen Ablenkung arbeitet. Gegenüber bisher bekannten Anordnungen wird ein sehr kleines Meßvolumen verwendet, das gleichzeitig eine Abschätzung systematischer Fehler erlaubt. Es werden Messungen an einigen organischen Verbindungen mitgeteilt.

**H. Straubel** (Phys. Inst. d. Univ. Jena): Die elektrostatische Zerstäubung von Flüssigkeiten.

Flüssigkeiten, die in einer Düse unter dem Überdruck Null stehen, werden durch ein stark inhomogenes elektrisches Feld zwischen Düse und einer



gegenelektrode herausgerissen und zerstäuben. Unter gleichen physikalischen Bedingungen (Überdruck Null, gleiche Oberflächenspannung und Zähigkeit, gleiche Feldstärke) zerstäuben nur solche Flüssigkeiten gut, die ein genügend großes permanentes Dipolmoment besitzen. [H. Straubel, NATURWISS. 40, 337, 1953 und PHYS. VERH. 4, 173, 1953].

Die zerstäubten Teilchen sind elektrisch geladen, sodaß sie sich wie „Elektronen“ verhalten. An Hand von Bildern werden einige Modellversuche mit den geladenen Teilchen gezeigt. Bewegung in einem elektrischen Wechselfeld (50 Hz), Wirkung der elektrostatischen Linse beim Elektronenmikroskop. Funktion einer Elektronenröhre mit „Kathode“ (Düse), Gitter und Anode. Bei positivem Gitter treffen die Teilchen mit solcher Geschwindigkeit auf der Anode auf, daß sie aus der dort vorhandenen Flüssigkeitsschicht „Sekundärelektronen“ ausschlagen. Ein mehr und mehr negatives Gitter sperrt den Strom schließlich völlig und reflektiert die Teilchen.

Für das Flammen-Spektralphotometer wurden die Flüssigkeiten bisher pneumatisch zerstäubt. Die ausschließliche Anwendung der elstat. Zerstäubung erspart praktisch jede Vorratslösung im Zerstäuber (bisher 2000 bis 3000 mm<sup>3</sup>). Die in einer Kapillare befindliche geringste Flüssigkeitsmenge kann restlos zerstäubt werden. Es werden nur noch ca. 7 mm<sup>3</sup>/Minute benötigt, die zu praktisch 100 % in die Brennerflamme gelangen.

**U. Schmidt** (Inst. f. Exp.-Phys. d. Univ. Kiel): Über Objekttreue von Phasenkontrastbildern handelsüblicher Phasenkontrastmikroskope.

Die Bildverfälschungen handelsüblicher Phasenkontrastmikroskope mit Ringapertur endlicher Breite (0,025) wurden für verschieden breite, künstlich hergestellte und genau vermessene streifenförmige Phasenobjekte Phasenverschiebung 6,3°; 15,3°; 39,9°; 48,1°; ermittelt nach dem Dreistrahlverfahren von Zernike) gemessen. Die Photometerkurven stimmen mit dem aus der Theorie berechneten Intensitätsverlauf überein. Mögliche Fehlerquellen, insbesondere Eberhard-Effekt, wurden untersucht und ausgeschaltet. Der Zernike-Phasenring hatte eine Absorption von 50% und eine Phasenverschiebung von 90°. Die Bildverfälschungen ähneln sehr denen von Wolter in ANN. PHYS. 7, 33 und 147 (1950) für Punktbeleuchtung mitgeteilt. Wie dort entscheidet auch hier im wesentlichen der Parameter

$$\sigma = b \cdot \delta / \lambda \cdot f$$

über die Abbildungsgüte ( $b$  = Objektbreite,  $\lambda$  = Wellenlänge,  $\delta$  = Breite des Ringes,  $f$  = Objektivbrennweite). Leichte Abweichungen zeigen sich darin, daß für  $\sigma < 0,3$  die Höhe der Intensitätsmaxima fast konstant ist und die Intensität im Bildinnern bei breiten Objekten nicht über die „Fernabintensität“ hinausgeht. Abbildungsverbesserung erfordert Verminderung der Ringbreite, die bei Verwendung starker Lichtquellen (z. B. Hg-Höchstdrucklampe, Elektronenblitz) auf mindestens ein Drittel gegenüber den z. Zt. gebräuchlichen Phasenkontrasteinrichtungen verringert werden kann.

**W. Hartnagel** (Phys. Inst. d. Univ. Münster): Intensitäts- und Polarisationsmessungen bei der Beugung an der Talbebene.

Das an rundgeschliffenen und polierten Stahlschneiden abgebeugte Licht wird bezüglich der Intensität und des Polarisationszustandes in Abhängigkeit vom Krümmungsradius  $r$  der Beugungskanten untersucht. Im geometrischen Schattengebiet fällt die Intensität nach einem Übergangsbereich exponentiell mit  $r^{1/3}$  ab, und die Phasendifferenz zwischen der  $\pi$ - und  $\sigma$ -Komponente nimmt exponentiell mit  $r^{1/3}$  zu. Im geometrischen Lichtgebiet

erfolgt bei größeren Ablenkungswinkeln ein durch Reflexion bedingter Wiederanstieg der Intensität. Während die  $r$ -Abhängigkeit im Schattengebiet in guter Übereinstimmung ist mit der für unendliche Leitfähigkeit abgeleiteten Theorie von Franz und Deppermann [ANN. PHYS. 10, 36, 1952. Vergl. auch I. Imai Z. Phys. 137, 31, 1954], zeigt die  $\lambda$ -Abhängigkeit materialabhängige Unterschiede. Mit abnehmendem Krümmungsradius nähern sich die Messungen dem Sommerfeld'schen Fall und nicht der Theorie von Raman und Krishnan [PROC. ROY. SOC., London, 121, 116, 254, 1927].

**W. Franz** (Münster): Über die Green'schen Funktionen der Zylinder und der Kugel.

K. Deppermann und der Vortragende haben die Beugung an Zylinder und Kugel semiasymptotisch auf die Überlagerung einer geometrisch reflektierten Welle mit (um die Rückseite des Objekts gewanderten) „Kriechwellen“ zurückgeführt. Die von Sommerfeld [Vorl. Bd. VI, Kap. 1, Anh. 2] gegebene Entwicklung der Green'schen Funktion der Kugel nach Watson'schen „Residuenwellen“ liefert im Schattengebiet genau dieselbe Darstellung — im Lichtgebiet jedoch ist sie unbrauchbar. Durch Abspaltung der geometrischen Welle in Gestalt eines Integrals (wie sie im Spezialfall des Zylinders und ebener Primärwelle auch von I. Imai angegeben wurde) [Z. PHYS. 137, 31, 1954] erreicht man auch für das Lichtgebiet eine brauchbare Entwicklung nach Residuenwellen, welche genau mit unseren Kriechwellen identisch sind.

## Nachmittags

### Einzelvorträge: Theorie, Spektra, Gase, Biophysik

**H. Wolter** (Inst. f. Exp. Phys. d. Univ. Kiel): Zum Begriff der Wärme in der Relativitätstheorie.

Hat ein Körper ein Inertialsystem  $K_0$ , in welchem das Volumintegral des Energie-Impuls-Tensors  $T_{ik}$  verschwindet außer

$$\int T_{04} dV_0 = E_0 \neq 0,$$

so heiße es „massenäquivalent“. Die Energie

$$\int T_{44} dV = E_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2},$$

bezogen auf das mit  $-v$  gegen  $K_0$  bewegte System, ist dann einer Masse

$$m = E/c^2 = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

äquivalent. Die z. B. an Ph. Frank's Stoß [NATURWISS. Z. 70, 301, 1923] oder R. Becker's idealem Gas ohne Kasten [Theor. d. Elektr. Bd. 1, 346 ff, 1933] als Energiedifferenz definierte Wärmemenge  $Q^*$  transformiert sich dann als „vollständige Energieart“, m. a. W.

$$Q^* \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2} \text{ ist lorentzinvariant.}$$

Die an einem speziellen Ausdruck für die Joule'sche Wärme üblicherweise definierte Wärmemenge  $Q$ , für die  $Q/v$  invariant ist, ist „unvollständig“. Sie hängt mit der „vollständigen Wärmemenge  $Q^*$ “ nach

$$Q = Q^* - (v dG) = Q^* - v^2 Q^*/c^2$$

zusammen. Das gilt auch, wenn statt eines massenäquivalenten ein Körper unter konstantem Druck  $p$  betrachtet wird.  $v$  ist die konstante „Schwanzpunktgeschwindigkeit“ des Körpers, dem die Wärmemenge isobar zugeführt wird, und  $dG$  seine Impulsänderung durch automatische Massenänderung bei Wärmezufuhr. Da in Energiebilanzen neben  $Q$  meist  $(vdG)$  steht, für



die Verwendung der vollständigen Wärmemenge  $Q^*$  bei isobaren Vorgängen zu einfacherer Schreibweise der Hauptsätze

$$Q^* = dE + p dV; dS = (dE + p dV)/T^* \text{ mit } T^* = T_0^*/\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

in der klassischen Form.  $E + pV$  heiße „vollständige Enthalpie“. Für allgemeinere Vorgänge hat auch das übliche Begriffssystem seine Vorzüge. Es ist für die Beispiele Franks und Beckers weniger handlich; aber Widersprüche sind lediglich durch stillschweigende abweichende Definition vorgetäuscht.

**T. Schlomka** (Hannover): Zur Lorentzinvarianz jeder nicht-kinetischen vollständigen Energieart.

\* Bei einem ruhenden, geladenen Kondensator steckt ein Teil der zugeführten Energie in der elektrischen Energie, der Rest in der elastischen Energie des durch die Aufladung deformierten Kondensators. Beide Energiearten werden im Idealfall beim Entladen vollständig als elektrische Energie abgegeben; sie bilden zusammen die „vollständige elektrische“ Kondensatorenenergie. Es wird gezeigt, daß jede vollständige Energieart lorentzinvariant ist. Der Beweis wird geführt einmal unter Benutzung eines kürzlich angegebenen Gedankenexperiments zur Lorentzinvarianz der Wärmeenergie [T. Schlomka, PHYS. VERH. 4, 161, 1953], zum anderen unter Verwendung einer 1921 von W. Pauli angegebenen Transformationsformel.

**W. Nissen** (Inst. f. Exp.-Phys. d. Univ. Kiel): Spektroskopische Untersuchung an einem Lichtbogen in Wasserstoff unter hohem Druck.

Das Spektrum eines  $H_2$ -Bogens wurde bei Drucken zwischen 10 und 140 Atm untersucht. Bei einem Bogendurchmesser von wenigen Zehntelmillimetern und einer Stromstärke von 10 Amp sind im mittleren Abschnitt des Bogens Temperaturen von etwa 15 000 °K gemessen, in der Nähe der zugespitzten Kathode bis 20 000 °K. Für diese Temperaturen, die durch Vergleich des gemessenen Linienprofils von  $H\beta$  mit dem nach der Holtsmark'schen Theorie berechneten ermittelt wurden, stimmen die gemessenen Intensitäten des H-Kontinuums mit den berechneten überein. Bestimmt man umgekehrt aus der gemessenen Intensität des H-Kontinuums die Temperatur der Entladung, so kann man unabhängig von der Gestalt des berechneten Linienprofils und dem Verbreiterungsmechanismus von  $H\beta$  zu Temperaturwerten gelangen; diese liegen um 1500 ° niedriger als die nach der Holtsmark'schen Theorie ermittelten.

**W. Lochte-Holtgreven** und **P. O. Schilling** (Inst. f. Exp.-Phys. d. Univ. Kiel): Messung von Magnetfeldern in zirkulierend strömenden Flammengasen. (Vorgetr. von W. Lochte-Holtgreven)

Die mit einem Führungsrohr in Zirkulationsströmung gebrachten Flammengase werden periodisch mit Kalium versetzt. Das Kalium wird zunächst beschleunigt, später werden die Wirbel durch Reibung an der Wand wieder gebremst. Es zeigt sich, daß die auftretenden Magnetfelder während der Beschleunigung ein anderes Vorzeichen haben, als bei der Abbremsung. Dadurch erscheint die Realität der schon früher mitgeteilten Untersuchungen gesichert.

**W. Anacker** und **R. Mannkopff**: Das Emissionsvermögen und die schwarze Strahlung des Kohlenstoffs bei der Sublimationstemperatur. (Vorgetr. von R. Mannkopff).

Eine durch die Strahlung selbst ausgelöste Registrieranordnung erlaubte es, das Emissionsvermögen der Oberflächen durch Joule'sche Wärme erhitzter Kohlestäbe mit der aus ihrem Inneren austretenden schwarzen Strahlung zu vergleichen. Diese Oberflächen zeigen kein definiertes Emissionsvermögen im Gegensatz zum positiven Krater des Reinkohlebogens, für den sich Werte ergaben, die mit den früheren nach anderer Methode gewonnenen Ergebnissen von J. Euler gut übereinstimmen. Die entwickelte Vorrichtung gestattet es, die schwarze Strahlung des bei Atmosphärendruck sublimierenden Kohlenstoffs als neuen Temperaturfestpunkt zu verwenden. Mit einem einfachen selbstgebauten Pyrometer konnte trotz der kurzen, zur Einstellung auf gleiche Helligkeit verfügbaren Zeit von nur 1 bis 2 sec. schon bei den ersten Versuchen eine größere Genauigkeit erreicht werden, als bei Einstellung auf den positiven Krater möglich war. [Erscheint in Z. PHYS.]

**G. Thews** (Inst. f. Angew. Phys. d. Univ. Kiel): Ein schnell-registrierendes Absorptions-Spektralphotometer für die Untersuchung biologischer Farbstoffe.

Für die Untersuchung der Sauerstoffversorgung tierischer Zellen können spektrographische Methoden herangezogen werden, da die intrazellulären Farbstoffe bei Sauerstoffanlagerung ihre Absorptionsspektren ändern. Es wurde ein Spektralphotometer entwickelt, das über dieses Gebiet hinaus ganz allgemein Verwendung finden kann und die folgenden charakteristischen Daten besitzt. (1) Das Wellenlängen-Auflösungsvermögen im sichtbaren Spektralgebiet ist besser als  $1 \text{ m}\mu$ . Der Meßbereich umfaßt das ultrarote, das sichtbare und das ultraviolette Spektralgebiet. (2) Bei 20 Meßpunkten pro sek wird ein Spektrum in 0,5 bis 1 min aufgenommen. (3) Der Extinktionsfehler ist bei der genannten Meßgeschwindigkeit kleiner als 1%. Diese Eigenschaften wurden in folgendem Aufbau erreicht: Eine Wolframbandlampe in Verbindung mit einem LEITZ-Doppelmonochromator liefert Licht ausreichender Monochromasie. Der Photometerzusatz arbeitet nach dem Prinzip der Zweistrahlmethode, d. h. Grundintensität und Absorptionsintensität werden gleichzeitig über dieselbe Photokathode eines Sekundärelektronen-Vervielfachers gemessen. Beide Lichtstrahlen werden mit unterschiedlichen Frequenzen (450 Hz und 1800 Hz) durch eine rotierende Sektorenscheibe unterbrochen. Zwei abgestimmte Resonanzverstärker erlauben die gesonderte Registrierung der beiden Intensitäten. Eine automatische Umschaltung der Eingangsempfindlichkeiten der Meßverstärker zur Anpassung an die jeweilige Empfindlichkeit des Sekundärelektronen-Vervielfachers ermöglicht die Erzielung einer gleichmäßigen Meßgenauigkeit über das gesamte Spektrum. Die Umschaltung erfolgt über ein Relaisystem, das von einem Verstärker mit logarithmischer Kennlinie gesteuert wird.

**H. Heinze und W. Kroebel** (Inst. f. Angew. Phys. d. Univ. Kiel): Die Eignung des psycho-galvanischen Hautreflexes zur objektiven Erfassung eines Ermüdungsvorganges (Vorgetr. von W. Kroebel).

Es gibt eine Reihe von Fragen in der Technik und angewandten Physik so z. B. solche nach der geeigneten Farbe für Fernsehbilder, nach der Zuverlässigkeit von Frequenzbeschnidungen und dergleichen, die sich bisher nur durch subjektive Urteile beantworten lassen. Untersuchungen über die Möglichkeit einer objektiven Erfassung des Ermüdungsvorganges gestatten diese Urteile auf eine objektive Grundlage zu stellen. Über die hierfür entwickelte Methode und die gewonnenen Erfahrungen wird berichtet.



## Fachausschuß für Akustik in Goslar

### VERBAND DEUTSCHER PHYSIKALISCHER GESELLSCHAFTEN

Auf der Tagung über Lautstärkemessung in Salzuflen am 27. 4. 53 war beschlossen worden, weitere vergleichende Untersuchungen mit verschiedenen objektiven Meßmethoden für die Lautstärke durchzuführen.

Über die Ergebnisse wurde in den Referaten am Vormittag des 26. 4. in Goslar berichtet. Dabei kam als allgemeines Ergebnis zum Ausdruck, daß die Lautheitssummenmethode den anderen objektiven Meßmethoden überlegen ist. Besonders wurde die Frage nach den bei der Summierung zu verwendenden Bandbreiten erörtert.

Am Nachmittag folgte die Sitzung des Fachausschusses für Verkehrsgeräuschmessung. Die Frage einer Neufestlegung der Toleranzen für die Bewertungskurven des Dinlautstärkemessers wurde dem Unterausschuß „Geräuschmesser“ zugewiesen, der am 27. 4. tagte und sich mit den Möglichkeiten einer Verbesserung des Dinlautstärkemessers befaßte.

Bei den Diskussionen im größeren Kreis und besonders auch bei den Aussprachen in den Ausschüssen ergaben sich wertvolle Anregungen und Hinweise sowohl für die weitere Fortführung der Untersuchungen als auch für die praktischen Belange der Lautstärkemessung, sodaß die Tagung einen erfolgreichen Verlauf nahm.

E. Meyer

### Vorträge

**G. Quietzsch** (III. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): Neue Untersuchungen über subjektive und objektive Lautstärkemessungen.

Die bei der Summierung der Lautheiten in den Oktaven eines Geräuschspektrums benötigte Lautheitsfunktion wurde auf der Grundlage von Laut-

heitshalbierungen und -verdoppelungen neu aufgenommen. Sie befand sich in Übereinstimmung mit der Kurve von Fletcher-Munson. Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse wurde geprüft.

Bei der anschließenden subjektiven und objektiven Lautstärkemessung mit 25 Geräuschen, wobei für die objektiven Methoden der Dinlautstärkemesser (Effektivwertanzeige), der Geräuschspannungsmesser (Spitzenwertanzeige) und die Oktavanalyse nach Mintz-Tyzzler (zwischen 50 Hz und 12 800 Hz) nebeneinander angewendet wurden, ergab letztere die geringsten Abweichungen von der subjektiven Lautstärke. Verbleibende positive Abweichungen infolge Verdeckung in den unteren fünf Oktaven konnten durch vereinfachende Korrekturen vermindert werden. Ein Maß für die Korrekturen ist der Lautheitsanteil und die Lautheitsverteilung in den ersten vier Oktaven.

Als bestimmend für die negativen Abweichungen erwies sich der Lautheitsgehalt in den oberen beiden Oktaven. Anscheinend ist hier die Lästigkeit zu berücksichtigen.

**E. Zwicker** (Labor f. Nachr.-Techn. d. TH Stuttgart): Über Lautheitsmessungen an Rauschen verschiedener Bandbreiten.

Aus Hörschwellenuntersuchungen [G. Gäßler, Über die Hörschwelle für Schallereignisse mit verschiedenen breitem Frequenzspektrum, *Acustica* 1953, Beiheft 1.] und aus Verdeckungsmessungen [E. Zwicker, Die Verdeckung von Schmalbandgeräuschen durch Sinustöne, *Acustica* 1954, Heft 1.] kann gefolgert werden, daß das menschliche Gehör die Fähigkeit besitzt, die Spektralintensität von Schallereignissen innerhalb bestimmter Frequenzbereiche der sogenannten Kopplungsbreiten zusammenzufassen. Diese Frequenzbreiten sind unabhängig von der Intensität und entsprechen bei allen Tonhöhen auf der Basilmembran einer Länge von etwa 1 mm. Untersucht man die Lautstärke von weißem Rauschen, aus dem ein schmalbandiges Frequenzband herausgefiltert ist, mit zunehmender Bandbreite ab, so bleibt die Lautstärke bei kleineren Bandbreiten konstant und entspricht dem gewählten Effektivwert. Überschreitet aber die Bandbreite die Kopplungsbreiten, so steigt die Lautstärke an und zwar bei lautem Geräusch mehr als bei leisem Geräusch. Demnach sind die Kopplungsbreiten auch bei der Lautstärkeempfindung diejenigen Elementargebiete, in denen die Lautstärke-Elemente gebildet werden. Die Einzellauteinheiten werden der Lautheitsfunktion entsprechend zur Gesamtlautheit aufsummiert. Dabei muß die Lautheitsdrosselung infolge von Verdeckungen zwischen benachbarten Kopplungsarbeiten berücksichtigt werden. Diese Lautheitsdrosselungen konnten im mittleren Frequenzgebiet und bei gleich großer Einzellauteinheit gemessen werden. Die auf Grund dieser Messungen berechneten Lautstärken von Dauergeräuschen zeigten eine gute Übereinstimmung mit dem Lautstärkevergleich zwischen Geräusch und Bezugston.

**G. Bobbert** (Phys.-Techn. Bundesanst. Braunschweig). Gegenwärtiger Stand der Verkehrsgeräuschmessung.

Unter dem Oberbegriff Verkehrsgeräuschmessung sind mehrere Teilgebiete zusammengefaßt. Von öffentlichem Interesse ist es aber vor allem die von einem Einzelfahrzeug unabhängig von der zufälligen Umgebung oder vom zufälligen Benutzer (Fahrer) erzeugten Geräusche messen zu können. Denn nur so ist es möglich, Höchstwerte festzusetzen und ihre Einhaltung zu überwachen. Die Abhängigkeit der Geräuscherzeugung von Umgebung und Betriebszustand des Fahrzeugs macht die Entwicklung einer Normalmeßmethode notwendig. Diese Methode, die kurz erläutert wird, ist



im Bundesgebiet amtlich eingeführt. Sie wird bei der Typenprüfung der Kraftfahrzeuge angewendet. Die Erfahrung zeigt, daß die Meßgenauigkeit nicht immer befriedigend ist. Die zu weiten Toleranzen für den Frequenzgang der Lautstärkemesser sind dafür verantwortlich. Ein Vorschlag für die Einengung dieser Toleranzen wird erläutert. Eine weitere Erfahrung, bei der Anwendung der erwähnten Normalmeßmethode ist die manchmal auftretende mangelhafte Übereinstimmung der objektiv gemessenen Lautstärke eines Verkehrsgeräusches mit dem subjektiven Eindruck der Hörer. Auch bei Berücksichtigung der neueren Erkenntnisse zur genaueren Bestimmung der Lautstärke (im Gegensatz zu dem bisher verwendeten DIN-Lautstärkemesser) bleibt diese Diskrepanz bestehen. Mehrere Möglichkeiten zur Erfassung dieser Unterschiede durch Definition sog. Lästigkeitsbeiwerte werden erläutert.

#### **G. Venzke** (Phys.-Techn. Bundesanst. Braunschweig): Geräuschspektren und bauakustische Normen.

Das Bundeswohnungsbau-Ministerium veranlaßte kürzlich eine Literaturzusammenstellung über Geräusche in Wohnhäusern und Wohngebieten. An Hand der Geräuschspektren soll u. a. die Frequenzabhängigkeit der durch die Sollkurven DIN 5221 festgelegten Mindestschallisolationenwerte von Trennwänden im Wohnungsbau auf ihre Zweckmäßigkeit überprüft werden. J. Capek hat [AKUST. Z. 7, 152, 1942] bereits früher die Lautstärke vor und hinter einer Wand für ein Sprach- und ein Musikspektrum nach dem Verfahren von Fletcher berechnet, wobei er für die Luftschallisolation der Wand verschiedene Frequenzabhängigkeiten, aber gleiche mittlere Isolation zugrundegelegt. Für die Differenz der Lautstärken vor und hinter der Wand findet er bei Sprache 7 bis 13 phon größere Werte als bei Musik, wobei die Form der Schallisulationskurve ohne großen Einfluß ist. Verf. geht von Spektren verschiedener Autoren in dB/Okt. für Sprache, Orchester und Klaviermusik aus und rechnet sie auf gleiche Gesamtenergie um. Die nach Abzug der jeweiligen Schallisolation verschiedenen Kurvenverläufe hinter der Wand vorhandenen spektralen Energieanteile werden nach Mintz und Tyzzer in sone umgewandelt, addiert und schließlich als Lautstärke angegeben. Im Gegensatz zu Capek zeigen die Lautstärken verschiedener Geräuscharten hinter der gleichen Wand wenig Unterschiede, der Frequenzverlauf der Luftschallisolation der Wand dagegen ist von Einfluß.

#### **E. Lübecke** (SSW/DW, Berlin-Siemensstadt). Zur Auswertung von Lautstärkemessungen von Maschinengeräuschen.

Der Lautstärkemesser nach DIN 5045 (April 1942) liefert für ein Geräusch die Lautstärke in  $\text{phon}_{\text{DIN}}$ . Dieser Meßwert erfaßt nicht die Lästigkeit des Geräusches und liefert unter Umständen Abweichungen von den Werten, wie sie durch subjektiven Hörvergleich mit einem Ton von 1000 Hz gewonnen werden.

Zur Bestimmung der Größe der Differenz wurden außerdem nach Oktavsiebmessungen die Lautstärke des Geräusches nach Verfahren von Beranek [Acoustic Measurements, New York 1950, S. 524/26] und von Mintz und Tyzzer [J. ACOUST. SOC. AM. 24, 80, 1952] berechnet. Die als sone-Werte im logarithmischen Maßstab gerechneten stimmen mit den subjektiv gemessenen Lautstärken überein, während sie, insbesondere bei großen Lautstärken von 100 bis 130 phon, die Anzeige des DIN-Lautstärkemessers um ein merkliches überschreiten. Die Größe der Zuniedrig-Anzeige des Lautstärkemessers erscheint von der absoluten Lautstärke abhängig und beträgt bei 95 phon etwa 10 dB und bei 110 phon etwa 15 bis 20 dB.

Diese Abweichungen scheinen besonders bei Geräuschen mit ausgeprägten Hochtönen-Anteilen aufzutreten, während sie bei solchen mit Tieftönen-Anteilen geringer sind. Die Resultate lassen den Übergang von dem logarithmischen „phon<sub>DIN</sub>“-Maß in ein lineares „sone“-Maß als verfrüht erscheinen.

#### **W. Bürck** (Rohde & Schwarz, München): Neuere Erfahrungen bei objektiven Lautstärkemessungen

Die Notwendigkeit der Geräuschbekämpfung zwingt zu objektiven Feststellungen über die Stärke der auftretenden Geräusche, die teils nach ihrer Lautheit, teils nach ihrer Lästigkeit oder Störwirkung bewertet werden, wobei diese Begriffe in der Praxis häufig nicht klar unterschieden werden.

So lange noch keine allgemeiner gültigen Festlegungen über Störwirkungen vorliegen, muß man sich mit Lautstärkemessungen begnügen; die bisher übliche  $D_{IN}$ -Lautstärke befriedigt mit ihren Zahlenwerten in Phon häufig nicht recht, teils wegen der dabei auftretenden unnatürlichen Skalenprogression, teils wegen der unbefriedigenden Zahlenwerte beim Vergleich verschiedenartiger Geräusche.

Eine wesentlich bessere Annäherung an die empfundene Lautheit liefert eine Messung mit verhältnismäßig geringem apparativen Aufwand durch eine Frequenz-Grobanalyse in Oktavbändern und Wertesummierung unter Verwendung der Soneskala.

Für die sinnfällige Darstellung der Ergebnisse wird eine Einteilung empfohlen, die logarithmische Frequenzabszisse und lineare Sone-Ordinate aufweist, weil dabei schon rein optisch leicht Lautheitsvergleiche möglich sind [Vgl. Rohde & Schwarz-Mitteilungen, Heft 5, 1954 „Zur Physik und Psychologie der Geräuschmessung“].



## Physikertagung in Stuttgart

**PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT HESSEN-MITTELRHEIN**

**PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT WÜRTTEMBERG-BADEN-PFALZ**

Die Physikalischen Gesellschaften Hessen-Mittelrhein und Württemberg-Baden-Pfalz hatten vom 30. April bis zum 2. Mai 1954 zu einer gemeinsamen wissenschaftlichen Tagung nach Stuttgart eingeladen. Im Anschluß an die Vorstandssitzungen beider Gesellschaften wurde die Tagung am Freitag, den 30. April, um 15.00 Uhr eröffnet.

Die Vortragsfolge des Sonnabends und des Sonntags wurde des morgens durch je einen einstündigen zusammenfassenden Vortrag von Dr. Deutsch (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge) und von Prof. Kersten (Vakuumschmelze, Hanau) eingeleitet, die sich einer zahlreichen Zuhörerschaft erfreuen konnten. Die Teilnehmerliste des Tagungsbüros verzeichnete 53 Gäste, 149 Mitglieder und rund 140 Studenten.

Ebenso hielten beide Gesellschaften ihre satzungsgemäßen Mitgliederversammlungen am Samstagabend ab.

**FREITAG, DER 30. APRIL 1954**

**Nachmittags**

**K. H. J. Rottgardt und W. Berthold** (C. Lorenz AG., Werk Eßlingen): Die Sekundäremission von Leuchtschirmen in Elektronenstrahlröhren. (Vorgetr. von K. H. J. Rottgardt).

Auf Grund zahlreicher Untersuchungen ist bekannt, daß in Elektronenstrahlröhren das „Grenzpotential“ (sticking potential) von Leuchtschirmen abnimmt. Mit Hilfe einer einfachen Meßanordnung ist es möglich, das Grenzpotential von Leuchtschirmen abgeschmolzener Röhren zu bestimmen. Diese Meßanordnung benutzt die Tatsache, daß man den Leuchtschirm als eine Elektrode eines Elektrometers verwenden kann, dessen andere mit einem Meßwerk versehene Elektrode vor dem Rohr aufgestellt wird. So ist es möglich, die jeweilige Spannung des Schirmes gegen die Anode oder gegen die Kathode zu bestimmen.

Mit Hilfe dieser Meßanordnung kann gezeigt werden, daß der Gasdruck in der Röhre einen Einfluß auf den Anfangswert des Grenzpotentials des Leuchtstoffes besitzt. Mit der im Laufe des Betriebes der Röhre verbundenen Abnahme des Betriebsgasdruckes der Röhre nimmt der Wert des Grenzpotentials ab. Erneute Gasabsorption des Schirmes, vor allem von Wasserstoff, führt zu einem Wiederanstieg des Grenzpotentialwertes.

Damit wird neben der bisher in der Literatur vertretenen Ansicht, die Änderung der Sekundäremissionseigenschaften sei auf Veränderungen im Kristallgitter der Phosphore zurückzuführen, ein Hinweis gegeben, daß die Veränderung auch durch reine Oberflächeneffekte hervorgerufen werden kann.

[K. H. J. Rottgardt, W. Berthold, H. Dietrich, Z. ANGEW. PHYS., im Druck; W. Berthold, FERNMELDETECHN. Z. FTZ, im Druck.]

**W. Kluge und A. Schulz** (Elektrotechn. Inst. d. TH Stuttgart): Über eine reversible Ermüdungserscheinung der Sekundäremission an Glimmkathoden mit halbleitenden Schichtenkomponenten. (Vorgetr. von A. Schulz).

Es wird gezeigt, daß bei Verwendung von Glimmkathoden mit halbleitenden Zwischenschichten eine reversible Ermüdung der Sekundäremission durch Stoß positiver Ionen auftritt. Diese äußert sich bei konstant gehaltener Beschaltung des Entladungsgefäßes in einer Abnahme des Glimmstromes mit der Zeit. Es werden Versuchsergebnisse an Cäsiumoxyd-Glimmkathoden und Cäsiumantimonid-Glimmkathoden mitgeteilt, aus denen hervorgeht, daß die Abnahme des Entladungsstromes keine bleibende ist, sondern nach Löschung der Entladung rückgängig zu machen ist. Diese Abnahme wird einer zeitweiligen Ermüdung der Emissionszentren für Sekundärelektronen zugeschrieben. Die Ursache dafür wird in einer Behinderung der Elektronennachlieferung durch die halbleitende Zwischenschicht gesehen. Die Aufhebung der Ermüdung kann durch bloßes Warten erfolgen und durch Bestrahlung der Kathode mit Ultrarot zeitlich beschleunigt werden.

**W. Geiger** (Phys. Inst. d. TH Karlsruhe): Emission negativer Ladungsträger an aufgedampften Alkalischichten unter der Einwirkung von Chlor.

Haber und Richardson untersuchten die Emission negativer Ladungsträger an flüssiger Na-K-Legierung unter der Einwirkung von Chlor. Es wird über Versuche zur Messung dieser Emission an aufgedampften Schichten reiner Alkalimetalle berichtet. Durch eine Kapillare wird eine zeitlich konstante geringe Chlormenge ( $\sim 10^{13}$  Moleküle/sec) in eine die Alkalischicht enthaltende Meßzelle eingelassen. Die Ausbeute und die spezifische Ladung der Ladungsträger wurden gemessen. Die größte Ausbeute wurde an Caesiumschichten gemessen (100 Moleküle Chlor pro Ladungsträger). Die Schichten emittieren negative Ionen und Elektronen. Der Ionenanteil nimmt vom Caesium (22 %) zum Natrium (4 %) ab. Die einströmende Chlormenge wird an der Schicht stets momentan verbraucht. Die Emission hält an bis das Alkalimetall in der Zelle weitgehend verbraucht ist. Ein Diffusionsprozeß sorgt immer für genügend Alkalimetall an der Schichtoberfläche. Messungen an Kalium bei Temperatur der flüssigen Luft ergeben bei Unterbrechung der Chlorzufuhr eine zeitlich abklingende Emission. Bei dieser Temperatur ist der Reaktion eine van der Waals'sche Sorption des Chlors an der Schicht vorgelagert, welches mit einer geringen Aktivierungsenergie in den chemischen Bindungszustand übergeht.



**J. Lepper** (Phys. Inst. d. J.L.H. Gießen): Elektronenemission angeregter Natriumchlorid-Kristalle.

Natriumchlorid-Kristalle emittieren nach einer Röntgenbestrahlung sowohl Licht als auch Elektronen. Durch gleichzeitige Messung mit einem Photosekundärelektronenverstärker und einem Spitzenzähler wurden Analogien zwischen der Lumineszenz und der Elektronenemission angeregter Silber bzw. mit Silber aktivierter Natriumchlorid-Kristalle festgestellt. Lumineszenz und Elektronenemission haben den gleichen Abklingverlauf. Bei Aufnahme einer Glow-Kurve treten bei einzelnen Maxima der Thermolumineszenz gleichzeitig Maxima der Elektronenemission auf. Andere Lumineszenzmaxima sind dagegen nicht mit einer Elektronenemission verbunden. Der umgekehrte Fall, also Elektronenemission ohne Lumineszenz, wurde nicht beobachtet. Die Versuche deuten auf einen Zusammenhang zwischen der zeitlichen Elektronendichte im Leitfähigkeitsband und der Elektronenemission hin.

**H. Hinrichs** (Phys. Inst. d. J.L.H. Gießen): Die Fluoreszenz von Anthracen-Polystyrolfolien.

Anthracen besitzt bei der Einbettung in Polystyrol zwei verschiedene Fluoreszenzspektren, das normale Lösungsspektrum mit  $26\,230\text{ cm}^{-1}$  für die Wellenzahl des Elektronenübergangs und ein nach längeren Wellenlängen verschobenes Spektrum mit  $25\,450\text{ cm}^{-1}$ . Das erste wird normal gelösten Anthracenmolekülen zugeschrieben, das zweite an Polystyrol gebundenen Anthracenmolekülen. Das Anthracenmolekül dürfte bei dieser Bindung am Ende eine Polystyrolkette, als Zwischenglied zwischen zwei Ketten oder als Vernetzungsbrücke eingebaut sein.

Bei der Einlagerung in Polystyrol nach dessen Polymerisation ist das Anthracen normal gelöst. Eine Bindung an das Polystyrol tritt jedoch auf, wenn der Zusatz des Fluoreszenzstoffes vor der Polymerisation erfolgt. Es überlagern sich in diesem Fall die Spektren von normal gelöstem und an Polystyrol gebundenem Anthracen.

UV-Bestrahlung ruft einen schnelleren Abbau der an Polystyrol gebundenen als der normal gelösten Anthracen-Moleküle hervor. Unter der Einwirkung von Elektronenstrahlen werden normal gelöste Anthracen-Moleküle chemisch an Polystyrol gebunden.

[Ausführliche Veröffentlichung erscheint in der Z. NATURFORSCH.]

Vorsitz: W. Hanle (Gießen)

**A. Schmillen** (Phys. Inst. d. J.L.H. Gießen): Zur Lumineszenz des Acridinorange.

Die Abklingzeit wässriger Lösungen von Acridinorangechlorid zeigt eine charakteristische Konzentrationsabhängigkeit, die zusammenhängt mit der spektralen Verschiebung der Emission von grün nach rot bei wachsender Konzentration. Im Konzentrationsbereich  $c < 10^{-4}\text{ mol/l}$  ist die Abklingzeit  $\tau$  konzentrationsunabhängig  $2,4 \times 10^{-9}\text{ sec}$ , steigt aber im Bereich

$$10^{-4} < c < 10^{-2}\text{ mol/l} \quad \tau \rightarrow 14 \times 10^{-9}\text{ sec},$$

zw. für die langwelligen Emissionsbanden allein auf noch etwas höhere Werte. Ähnliches Verhalten zeigen alkoholische Lösungen. Der Anstieg von  $\tau$  wird der Fluoreszenz höher assoziierter Ionenkomplexe zugeschrieben, während die Diionen keine oder nur geringe Fluoreszenz zeigen.

**A. Fischer** (Phys. Inst. d. J.L.H. Gießen): Deutung des Destria Effektes.

Für das Leuchten eingebetteter Zinksulfid-Phosphore in elektrischen Wechselfeldern wird folgendes Modell vorgeschlagen: Es handelt sich um elektrische Durchbrüche in Randschichten. [A. Fischer, Z. NATURFORSCH. 8a, 756, 1953]. Schon ohne äußeres Feld bildet sich im Halbleiter eine Schottky'sche Verarmungsrandschicht aus. Halbleiter-Elektroden diffundieren heraus und füllen Oberflächenhaftstellen. Diese werden durch Überzug der Kristalle mit Substanzen hoher Elektronenaffinität und durch chemische Oberflächen-Behandlung erzeugt. Der resultierende Potentialsprung kann durch oxydierende Behandlung der Kristalloberfläche und durch Benutzung oxydierender Elektrolyte wunschgemäß beeinflusst werden (Oxydationsmittel nehmen Elektronen auf). Bei angelegtem äußeren Feld baut sich die jeweils kathodennahe Randschicht auf, die jeweils anodennahe ab. Die Feldstärke in der kathodennahen Randschicht ist größer als  $10^5$  V/cm. Aus den Oberflächen- und Randschichthaftstellen werden durch Tunneleffekt Elektronen frei. [W. Franz, ERG. EX. NATURWISS. B. XXVII, 1953]. Von diesen kann ein Teil soviel Energie gewinnen, daß Stoßionisationslawinen entstehen [F. Seitz, PHYS. REV. 76, 1376, 1949]. Der Energiegewinn der Elektronen im Feld (Überwindung des Bremsungsmaximums) wird durch hohe Elektronenbeweglichkeit (starker homöopolarer Bildungsanteil, hohe charakteristische Temperatur der Kristalle) begünstigt. Nach „Zündung“ kann die Lawine in Bereiche niedrigerer Feldstärke hineinlaufen (Übergang vom Randschicht- zum Volumeffekt). Durch Rekombination entsteht die Lumineszenz (Hauptlichtblitze). Ein Teil der erzeugten Elektron-Loch-Paare wird vom Feld getrennt und rekombiniert erst bei nulldurchgang des Feldes (Nebenlichtblitze). An Hand dieses Modells werden erklärt: Anstieg der Lumineszenz mit der Feldstärke, Sättigung bei hohen Frequenzen, Farbumschlag (Schön'sches Zweibandenphosphor-Modell bei variabler Erregungsdichte), unterschiedliche Größe der Lichtblitze. Alle Vorgänge werden am Bändermodell veranschaulicht.

**D. Smidt** (Phys. Inst. d. TH Karlsruhe): Das Abklingen der Lumineszenz silberaktivierter Zinksulfidphosphore nach Anregung durch einzelne  $\alpha$ -Teilchen und Elektronen.

Es wird über Versuche berichtet, in denen an ZnS(Ag)-Phosphoren das Abklingen der durch einzelne Elementarteilchen erregten Szintillation gemessen wurde. Bei Anregung durch  $\alpha$ -Teilchen wurden direkt die durch jede Partikel hervorgerufenen Impulse oszillographiert. Die Elektronen von 10 bis 25 keV stammten aus einer impulsmäßig geöffneten Quelle, jedoch war die Öffnungszeit so kurz gewählt, daß sich die einzelnen Elektronen im Phosphor gegenseitig nicht beeinflussen. Die ZnS-Präparate waren teils Pulver, teils dünne Einkristalle verschiedener Silberkonzentration. Der zeitliche Verlauf der Lumineszenzintensität  $L$  geht nach der Funktion

$$L = K/(ct+1)^\beta.$$

$\beta$  liegt dabei zwischen 1 und 1,2. Die „Abklingkonstante“  $c$  wächst linear mit der Wurzel aus der Aktivatorkonzentration und liegt für  $\alpha$ -Teilchen von 5,3 MeV zwischen  $1,8$  und  $4,9 \times 10^6 \text{ sec}^{-1}$ , für Elektronen von 25 keV zwischen  $0,15$  und  $0,33 \times 10^8 \text{ sec}^{-1}$ . Bei Einkristallen, die dünn sind gegenüber der Reichweite von  $\alpha$ -Teilchen in ZnS, wächst  $c$  mit abnehmender Restreckweite der Partikel. Ihr Verlauf wird zu einer Bragg'schen Kurve in Beziehung gebracht. Die Ausbreitung der primär erzeugten Elektronen



Löcher im Kristall wird als ambipolarer Diffusionsvorgang behandelt, bei dem die Löcher durch die Aktivatoren eingefangen werden. Unter diesen Voraussetzungen können alle Meßergebnisse gedeutet werden.

**D. Kamke** (Phys. Inst. d. Univ. Marburg/Lahn): Die Rolle der Elektronen für den Mechanismus der Kanalstrahlentladung.

In einem ganzmetallischen Entladungsrohr wird zur Bestimmung des Elektronenanteils vor die massive ebene Kathode ein Netz isoliert eingesetzt (Maschenweite 2 mm, Drahtstärke 0,1 mm). Bei  $-250$  V Netzspannung gegen Kathode geht der Entladungsstrom auf 10 % des Wertes bei 0 V zurück. Eine Messung des Energiespektrums der Elektronen, die mit einem elektrischen Umlenkkondensator ( $90^\circ$ , 5 cm mittl. Umlenkradius) durchgeführt wird, gestattet bei 0 V und  $-250$  V Netzspannung die Trennung des von der Kathode bei Ionenaufprall ausgelösten Elektronenanteils, von dem durch Ionenstoß im Gasraum gebildeten Anteil. Der Gasanteil hängt bei 0 V Netzspannung von der Radialkoordinate des Eingangsspalt des Analysators in Bezug auf die Entladungsrohrachse ab. Das Ergebnis führt zu dem Schluß, daß der bei massiver Kathode und Netzspannung 0 V vorhandene hohe Elektronenanteil, herrührend von der Kathode, bei Betrieb mit  $-250$  V Netzspannung und dann notwendiger Steigerung des Gasdruckes um etwa 40 % (um denselben Entladungsstrom von 2 mA bei derselben Spannung von 20 kV zu erhalten), ersetzt wird durch einen erhöhten Gas-Elektronenanteil. Dies scheint von Bedeutung für den Mechanismus der Entladung bei großen Kathodenbohrungen ( $> 10$  mm).

**E. Huster** und **E. Ziegler** (Phys. Inst. d. Univ. Marburg/Lahn): Zum Entladungsmechanismus in selbstlöschenden Zählrohren. (Vorgetr. von E. Huster).

Nach der herrschenden Theorie sollen die „Löschdämpfe“ in selbstlöschenden Zählrohren (ZR) hohe Absorptionskoeffizienten (AK) für die in der Entladung entstehenden Lichtquanten haben, und die Entladung soll durch Photoeffekt im Gas in Drahtnähe längs des ZR fortschreiten. — Meinecke und Walcher (M.u.W.) (unveröffentlicht) fanden so kleine AK, daß dieser Mechanismus zweifelhaft wurde. Eine erneute Untersuchung schien angebracht.

Zwei parallel angeordnete lange ZR wurden auf den einander zugewandten Seiten längs geschlitzt. Gemessen wurde die Koinzidenzrate bei Zündung eines ZR als Funktion der Entfernung bei Füllungen aus Ar,  $H_2$  oder  $N_2$ , gemischt mit Alkohol oder Hexan. Die die Koinzidenzen zündenden Quanten werden in Hexan nicht merklich, in Alkohol schwach absorbiert. Ihre primäre Zahl sinkt stark mit steigendem Löschdampfdruck. — Schlitzung der ZR auch auf der Rückseite zeigt, daß Photoeffekt an der ZR-Wand die Koinzidenzen bewirkt.

Die große Zahl weitreichender Quanten läßt vermuten, daß entgegen der bisherigen Theorie durch sie allein die Entladung sich im ZR fortpflanzt. Mit dieser Annahme lassen sich die Befunde, daß bei Feldverzerrungen durch eine Perle auf dem Draht etc.) die Entladung „abreißt“, rein geometrisch deuten, wo Zahlenwerte vorliegen (M.u.W.) quantitativ. — Die bisher gefundenen hohen AK erklären sich dadurch, daß z. T. die Abnahme der Zahl der Quanten mit steigendem Dampfdruck als Absorption gedeutet, z. T. mit der für Photoeffekt im Gas statt an der Wand gültigen Geometrie gerechnet wurde. — Die Abhängigkeit der Einsatzspannung von der ZR-Länge, die die bisherige Theorie nicht deuten konnte, berechnet sich in

besten Übereinstimmung mit den Messungen von de Vries und Barendsen [PHYSICA 18, 927 1952]. — Die Laufgeschwindigkeit der Entladung berechnet sich in guter Übereinstimmung mit der Erfahrung. Sie muß aber nach der neuen Annahme von Dimensionen und Material der Kathode abhängen, nach der bisherigen nicht. Eine Prüfung ist beabsichtigt.

Die Theorie der Löschung der Entladung von Korff und Presen wird durch die Ergebnisse nicht berührt.

## SAMSTAG, DER 1. MAI 1954

Vormittags

Vorsitz: H. Kopfermann (Heidelberg)

**M. Deutsch** (M.I.T. Cambridge, Mass): Das Positronium. (Zusammenfassender Vortrag)

**E. Rössle und E. Schopper** (Hochspannungslabor. Hechingen): Zu den Übergangseffekten der Kernprozesse der Ultrastrahlung in festen Absorbern. (Voretr. von E. Schopper)

Die bereits früher berichteten in Kernspuremulsionen beobachteten Maxima der Sternhäufigkeit in C-, Fe- und Pb-Absorbern, von neutral-ausgelösten energiearmen Sternen gebildet [PHYS. VERH. 3, 19 und 186, 1952] treten auch hinter Zinn als Absorbermaterial bei den Tiefen 4 cm und 20 cm auf. Die Messungen in C, Fe und Pb sind durch Szintillationszählermessungen bestätigt.

Der vorgetragene Bericht beschäftigt sich mit dem Beitrag der Nukleonen-Komponente zu den gemessenen Übergangseffekten: Die Gesamthäufigkeit der Sterne wird durch Unterteilung in drei Gruppen analysiert: geladen-ausgelöste Sterne, energiereiche neutral-ausgelöste Sterne und energiearme neutral-ausgelöste Sterne. Ein beobachteter schwacher Übergangseffekt geladen-ausgelöster Sterne kann in Übereinstimmung mit der Rechnung durch schnelle  $\pi$ -Mesonen und Protonen gedeutet werden. Der Häufigkeitsverlauf energiereicher neutral-ausgelöster Sterne im Absorber läßt sich auf energiereiche Neutronen ( $E > 10^9$  eV) zurückführen. Diese Übergangseffekte sind jedoch, abgesehen von ihrer Intensität, nicht für die beobachteten aus energiearmen  $O_n$ -Sternen bestehenden Maxima verantwortlich.

Aber auch die für  $O_n$ -Sterne möglicherweise infrage kommenden energiearmen Nucleonen  $5 \times 10^7 < E < 10^9$  eV lassen sich nach ihrem aus experimentellen Daten berechneten Verhalten in den untersuchten Absorbern als erzeugende der beobachteten Maxima ausschließen. Die in Graphit gemessenen Maxima weisen auf die Beteiligung eines instabilen Teilchens hin.

Die Deutung der Maxima bleibt offen.

**K.-H. Höcker** (Inst. f. Theor. u. Angew. Phys. d. TH Stuttgart): Versuch einer Interpretation der Übergangskurve der Sternhäufigkeit durch neutrale Sekundäre einer energiearmen, ionisierenden Komponente. (Nach Rechnungen v. L. Kuhn)

Die Beobachtungen an der Sternhäufigkeit hinter verschiedenen Absorbern zeigen, daß die Sterne in den Maxima neutral ausgelöst sind. Die neutralen Teilchen müssen im Absorber in der Nähe des Maximums entstanden sein. Als Ursache dafür werden ionisierende Teilchen diskutiert, die im Maximum zur Ruhe kommen und in ein neutrales, Kernwechselwirkung zeigendes Teilchen zerfallen. Wenn man diese Hypothese auf  $\pi$ -Mesonen anwendet, muß man postulieren, daß das beim Zerfall

$$\begin{aligned}\mu^+ &\rightarrow e^+ + \nu + \mu^0 \\ \mu^- &\rightarrow e^- + \nu + \mu^0\end{aligned}$$

entstehende  $\mu^0$  nicht mit einem Neutrino identifiziert wird.

[Veröffentlichung der Notiz erfolgt in der Z. NATURFORSCH.]



**H. Reich** (II. Phys. Inst. d. Univ. Heidelberg, jetzt P.T.B., Braunschweig): Absorption der neutronenerzeugenden Komponente der Ultrastrahlung in Blei und Aluminium.

Im Hinblick auf die von verschiedenen Autoren beobachteten Anomalien bei der Absorption der Ultrastrahlung in festen Körpern wurde die Absorption der neutronenerzeugenden Komponente in Seehöhe mittels paraffingeschirmter  $\text{BF}_3$ -Zählrohre in Blei und Aluminium differentiell gemessen. Die waagerechte Absorberausdehnung war groß gegen die der Zählrohre. Die bis zu 28 cm Dicke aufgenommene Bleikurve zeigte innerhalb der Fehlergrenzen einen glatten Verlauf mit einer Abschwächungslänge von  $260 \pm 40 \text{ g/cm}^2$ . Die Aluminiumkurve wies bei 8 cm Absorberdicke ein schwaches Maximum auf. Läßt man dieses unberücksichtigt, dann ergeben die ersten und die letzten, bei 26 cm liegenden Punkte eine Abschwächungslänge von  $250 \pm 50 \text{ g/cm}^2$ . Die erhaltenen Werte werden mit den in der freien Atmosphäre gewonnenen und mit denen aus Photoplattemessungen verglichen.

[Die ausführliche Veröffentlichung in der Z. NATURFORSCH. befindet sich in Vorbereitung.]

**G. Backenstoß** (Phys. Inst. d. Univ. Freiburg i.Br.): Absorptionsmessungen an Sekundärelektronen zur Bestimmung der Energien und Intensitätsverhältnisse von Gammastrahlen.

Die Absorptionsmessung liefert eine bequeme Methode zur Bestimmung der Energie von Elektronen. Die Messung der Energien von  $\gamma$ -Strahlen an ihren Sekundärelektronen bereitet aber erhebliche Schwierigkeiten, weshalb meist nur eine mittlere oder maximale Energie angegeben werden konnte.

Mit Hilfe einer besonderen Zählrohranordnung konnten bei Verwendung eines zusätzlichen Antikoinzidenzzählrohres und eines dünnen Al-Konverters übersichtliche geometrische Verhältnisse geschaffen werden, die ermöglichten, die Compton-Elektronen zur Energiemessung zu benutzen. Für monochromatische  $\gamma$ -Strahlen (z.B. Th C" mit 2,62 MeV) erhielt man einen ausgeprägten linearen Verlauf der Absorptionskurve und somit eine gut definierte extrapolierte Reichweite. Sind mehrere  $\gamma$ -Linien vorhanden, so besteht die Absorptionskurve aus mehreren Geradenstücken, deren Knickpunkte entsprechen den verschiedenen Reichweiten. Die beiden  $^{60}\text{Co}$ -Linien von 1,17 und 1,33 MeV konnten so getrennt nachgewiesen werden.

Eine Berechnung des Kurvenverlaufs mit Berücksichtigung der Vielfachstreuung, der Streuabsorption und des Energieverlustes durch Ionisation ergab gute Übereinstimmung mit den gemessenen Kurven. So konnten die Grenzen der Methode abgeschätzt und Angaben über die Intensitätsverhältnisse von  $\gamma$ -Linien gemacht werden. Unterhalb einer  $\gamma$ -Energie von 1 MeV verliert sich der lineare Verlauf der Absorptionskurve mehr und mehr, was durch der Methode hier eine untere Grenze gesetzt ist.

**U. Cappeller und R. Klingelhöfer** (Phys. Inst. d. Univ. Marburg/Lahn): Über eine  $\gamma$ - $\gamma$ -Winkelkorrelation beim Zerfall von  $^{99}\text{Mo}$  (Vorgetr. von U. Cappeller)

Die beim Zerfall von  $^{99}\text{Mo}$  auftretende  $\gamma$ -Strahlung wurde in einer Koinzidenzapparatur (Auflösungszeit  $\tau = 10^{-7}$  sec) untersucht. Dabei wurden echte  $\gamma$ - $\gamma$ -Koinzidenzen beobachtet. Die gemessene Koinzidenzrate ist vom Winkel zwischen den gleichzeitig emittierten Quanten abhängig; die aufgefundene Anisotropie beträgt etwa 20 %.

Auf Grund der bekannten Intensitätsverhältnisse im  $\gamma$ -Spektrum [Bun-  
er 1950; Medicus u.a. 1949/51] müssen die beobachteten Koinzidenzen  
wesentlichen der 740 keV — 181 keV — Kaskade zugeordnet werden.  
Diese Kaskade führt zum Grundzustand des  $^{99}\text{Tc}$  mit einem Drehimpuls

$$I = \frac{1}{2} \hbar/2\pi$$

[Leßler, 1951/53].

Unter der Annahme verschiedener Drehimpulszuordnungen für die bei-  
den anderen an der Kaskade beteiligten Niveaus lassen sich verschiedene  
Winkelkorrelationen berechnen. Vergleicht man die gemessene Winkel-  
korrelation mit den berechneten Korrelationen und beachtet, daß das Aus-  
gangsniveau der Kaskade wegen der (log ft)-Werte der beobachteten  
Übergänge nur einen niedrigen Drehimpuls haben kann, so bleibt unter  
den mit der beobachteten Anisotropie zu vereinbarenden Drehimpulszuor-  
dnungen nur noch die Zuordnung

921 keV Niveau:  $I = \frac{1}{2} \hbar/2\pi$ , gerade parity

181 keV Niveau:  $I = \frac{3}{2} \hbar/2\pi$ , ungerade parity

orig. Die Intensitäten der einzelnen  $\gamma$ -Strahlungen bestätigen diese Zu-  
ordnung.

Dem Ausgangspunkt  $^{99}\text{Mo}$  muß der Drehimpuls  $\frac{1}{2} \hbar/2\pi$  und gerade parity  
zugeordnet werden.

Vorsitz: H. Maier-Leibnitz (München)

**A. Papkow** (Inst. f. Phys. i. MPI f. Med. Forsch., Heidelberg): Unter-  
suchung der langen Protonengruppen aus der  $^{10}\text{B}(\alpha, p)^{13}\text{C}$   
Reaktion mit der photographischen Methode.

Die längste Protonengruppe aus der Kernreaktion  $^{10}\text{B}(\alpha, p)^{13}\text{C}$  ist sehr  
schwach, da die meisten Zerfälle des Zwischenkernes  $^{14}\text{N}$  nicht zum Grund-  
zustand des Kernes  $^{13}\text{C}$ , sondern zum hochangeregten  $^{13}\text{C}^*$  führen. Noch  
schwächer und von mehreren Autoren umstritten ist eine Protonengruppe,  
die zu einem vermutlich isomeren Zustand des Kernes führt. Um die bei-  
den schwachen, aber energiereichen Protonengruppen zu untersuchen, wurde  
die photographische Methode verwendet. Als  $\alpha$ -Teilchen-Quelle dienten  
Polonium-Präparate von 10 bis 30 mC. Das Bor-Target bestand aus  
Goldfolie, auf die eine  $5 \times 10$  mm große  $180 \mu\text{g}/\text{cm}^2$   $^{10}\text{B}$ -Schicht aufge-  
trumpft wurde. Abstand Polonium-Bor war 50 mm. Die Protonen wurden  
auf Ilford-C2-Platten ( $100 \mu$  dick) registriert. Es waren Untersuchungen bei  
 $45^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $135^\circ$  durchgeführt worden. Bei  $0^\circ$  (Dosis  $510 \text{ mC} \times \text{Tage}$ ) wur-  
den 69 Protonen mit einer Energie bis 9,05 MeV und 52 Protonen mit einer  
Energie bis 8,45 MeV gefunden. Bei  $90^\circ$  (Dosis  $950 \text{ mC} \times \text{Tage}$ ) wurden 130  
Protonen mit einer Energie bis 7,20 MeV und 240 Protonen bis 6,65 MeV  
registriert. Die Gruppen bei  $45^\circ$  und  $135^\circ$  zeigten Energien bis 8,60 und 8,0  
MeV bzw. 6,05 und 5,50 MeV. Damit scheint bewiesen zu sein, daß der  
 $^{13}\text{C}$ -Kern ein Niveau bei ungefähr 600 keV über dem Grundzustand besitzt.  
Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

**F. Berthold** und **P. Jensen** (Phys. Inst. d. Univ. Freiburg i.Br.): Die  
möglichste Ausbeute von  $\text{Ra}\alpha + \text{Be}$ -Neutronen-  
quellen. (Vorgetragen von F. Berthold).

Zur Beurteilung der Ergiebigkeit von  $\text{Ra}\alpha + \text{Be}$ -Neutronenquellen wäre  
von Interesse zu wissen, wieviele Neutronen pro sec und mg Ra solche  
quellen unter den günstigsten Bedingungen aussenden können. Um dies zu

untersuchen, haben wir Radon-Be-Quellen folgender Art gemacht. In einem evakuierten Glasgefäß wurde eine kleine Kreisfläche von außen mit flüssiger Luft gekühlt. Auf dieser Fläche wurden rund 60 mC Rn mit Folgeprodukten ausgefroren. Die örtliche Verteilung der Aktivität und die  $\alpha$ -Reichweiten wurden kontrolliert. Der aktiven Schicht wurde eine Scheibe von reinem Be-Metall gegenübergestellt. Diese Neutronenquelle wurde in einen paraffinumgebenen Hohlraum gebracht, in dem die Dichte der thermischen Neutronen mit Dy-Sonden gemessen wurde. Eine Vergleichsmessung mit einer Ra $\alpha$ -Be-Eichquelle ergab die Absolutausbeute der Rn-Quelle. Nach Korrektur für den relativ geringen Beitrag der Ra- $\alpha$ -Strahlen erhalten wir als vorläufiges Ergebnis unserer bisherigen Versuche: Die Ausbeute einer Ra $\alpha$ -Be-Neutronenquelle kann nicht mehr betragen als 18000 Neutronen pro sec und mg Ra mit seinen Folgeprodukten außer Polonium.

**E. W. Becker** und **R. Misenta** (Phys. Inst. d. Univ. Marburg) und **F. Schmeißner** (Tieftemperaturinst. Herrsching): Zur Quantenstatistik des  $^3\text{He}$  (Vorgetr. von E. W. Becker).

Untersuchungen über die Viskosität von flüssigem  $^3\text{He}$  (Weinstock, Osborne und Abraham) machten es wahrscheinlich, daß  $^3\text{He}$ , im Gegensatz zu  $^4\text{He}$ , der Fermi-Dirac-Statistik gehorcht. Die beobachteten Effekte sind jedoch verhältnismäßig schwer zu deuten, da die Quantenstatistik im flüssigen  $^3\text{He}$  wegen der verhältnismäßig großen Dichte nicht nur den Wirkungsquerschnitt, sondern auch die Verteilungsfunktion merklich beeinflusst.

Um den Einfluß der Statistik auf den Wirkungsquerschnitt von der Gaserkennung zu trennen, wurde die Viskosität von gasförmigem  $^3\text{He}$  zwischen 1,3 und 4,2 °K mit einem automatisch registrierenden Schwingsystem gemessen. Ein Vergleich mit der Theorie von de Boer und Cohen zeigt eindeutig, daß  $^3\text{He}$  der Fermi-Dirac-Statistik gehorcht und daß der Zusammenstoß mit parallelem,  $1/4$  dagegen mit antiparallelem Kernspin erfolgen.

Untersuchungen mit gasförmigem  $^4\text{He}$  sowie  $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$ -Mischungen zeigen weiter, daß für den Zusammenstoß zwischen  $^4\text{He}$ -Atomen die Bose-Einstein-, für den Zusammenstoß zwischen einem  $^3\text{He}$ - und einem  $^4\text{He}$ -Atom dagegen die Boltzmann-Statistik maßgeblich ist.

Die überraschend gute Übereinstimmung zwischen der Theorie und dem Experiment beweist, daß die Boltzmann'sche Fundamentalgleichung auch in Temperaturbereichen gültig bleibt, in denen der effektive gaskinetische Wirkungsquerschnitt durch quantenmechanische Effekte bereits stark verändert ist. [Vgl. Z. PHYS. 137, 126, 1954].

**V. Denk** und **T. Springer** (München): Phasen- und ionenoptische Fokussierung beim Eintritt der Ionen in einen Wechselfeldbeschleuniger. (Vorgetr. von V. Denk).

Bei einem im Bau befindlichen Beschleuniger sollen Protonen quer durch ein konzentrisches  $\lambda/4$ -Lecher-System gehen und dabei zweimal beschleunigt werden. Dann sollen sie durch elektrostatische Umlenkung dem System erneut zugeführt werden. Es wird über Rechnungen berichtet, wonach es möglich ist, das Beschleunigungsfeld so auszubilden, daß ein großer Teil der von der Ionenquelle ausgehenden Protonen fast die größtmögliche Beschleunigung erfährt. Weitere Rechnungen zeigen, daß auch die ionenoptische Abbildung trotz der Zeitabhängigkeit des Feldes für die Protonen ausreichend gut wird.



## Nachmittags

Vorsitz: A. Karolus (Zollikon-Zürich)

**W. Herchenbach** (Phys. Inst. d. Univ. Tübingen): Zur Formung des Feldes in elektrostatischen Generatoren.

Die Leistung elektrostatischer Generatoren mit isolierenden Ladungstransportflächen wird auf zwei Wegen von der Durchbruchfeldstärke des umgebenden Gases begrenzt: die Normalkomponente legt den Höchstwert des Stromes fest, während die Tangentialkomponente als Gleitentladungsfeldstärke die Spannung begrenzt.

Mit der Stromstärke erreicht man heute ohne große Schwierigkeiten den Grenzwert, weil es relativ leicht gelingt, homogene Felder auf kurze Strecken, beispielsweise zwischen zwei benachbarten Ladungstransportflächen, aufzubauen.

Um hohe Spannungen zu erhalten, braucht man jedoch große Abstände zwischen den Konduktoren. Dabei erzielt man die höchste Spannung, wenn im Zwischenraum das Feld homogen ist. Die eigenen Untersuchungen gelingen auch schon aus der Literatur bekannten Schwierigkeiten, welche dieser Homogenisierung entgegenstehen. Durch eine planmäßige Formung der Stellung der Konduktoren wird eine weitgehende Homogenisierung der Feldstärke durch das Einsetzen von Gleitentladungen maßgeblichen Tangentialkomponente auf der Ladungstransportfläche erreicht. Dies dient dazu, in kleinen Druck-Generatoren die Leistung erheblich über das früher Erreichte hinaus zu steigern.

**W. Knauer** (Phys. Inst. d. Univ. Tübingen): Bandgenerator mit Felddausgleich.

Es werden Berechnungsgrundlagen und weitere Ergebnisse des in den *NATURWISS.* 40, 523 (1953) von W. Kossel und W. Knauer veröffentlichten Verfahrens mitgeteilt, bei dem die Spannung eines freistehenden Bandgenerators durch isoliert im Feldraum angebrachte Kunststoffhüllen beträchtlich gesteigert wird.

**G. Möllenstedt** und **M. Keller** (Phys. Inst., Abt. f. Exp. u. Angew. Phys., Tübingen): Direkte übermikroskopische Sichtbarmachung von Oberflächen mittels atomstrahlausgelöster Elektronen. (Vorgetr. von M. Keller)

Nach Messungen mit dem hochauflösenden elektrostatischen Geschwindigkeits-Analysator (H. Düker, Tübingen) hat die Energieverteilung von Elektronen, die durch Kanalstrahlen von etwa 20 keV Energie ausgelöst werden, eine Breite von 1 bis 2 eV.

Werden diese mittels eines Elektronen-Immersions-Objektivs zur Bildzeugung benutzt, so entstehen Bilder großer Schärfentiefe mit einer Auflösungsgrenze von 700 Å. Besondere Brillanz und Plastik wird durch den ragen Einschub des Ionen- bzw. neutralen Atomstrahls hervorgerufen. Die Reihe von Bildern demonstriert das Erreichte, wobei insbesondere die Material-Differenzierung auf Grund verschiedener Sekundäremissionsfaktoren (W. Hubig, Tübingen) deutlich wird. Ferner werden Strukturänderungen der Oberfläche bei Temperaturänderungen beobachtet.

Vorsitz: H. Rothe (Ulm-Söflingen)

**E. Menzel** (Phys. Inst. d. Univ. Tübingen): Diskontinuierliche Ablagschichten auf Kupfereinkristallen.

Die thermische Oxydation von Kupfereinkristallen wurde lichtmikroskopisch beobachtet. Bei einem Luftdruck über ein Torr zeigten sich zwischen

200 und 400 °C zusammenhängende Anlaufschichten; sie liefern, wenn sie weiterwachsen, die schon früher beschriebenen einkristallinen Oxydulschichten, die nach bestimmten Regeln mit dem Mutterkupfer verknüpft sind. Bei  $10^{-2}$  bis  $10^{-3}$  Torr Luft und 500 bis 800 °C entstehen isolierte meist nadelförmige Oxydulkristalle in charakteristischer Anordnung. Diese Proben liefern als Elektroneninterferenzen in Reflexion das Kikuchi-Diagramm des Kupfers; hieraus folgt, daß in den Bereichen zwischen den Oxydulkristallen das reine Kupfer freiliegt. Steigt die Temperatur über 800 °C, so löst sich das wenige entstandene Oxydul im Kupfer, es scheidet sich bei fallender Temperatur wieder aus und zeigt nun charakteristische Formen.

[Vgl. NATURWISS. 41, 302, 1954.]

**G. Naumann** (Phys. Inst. d. Univ. Tübingen): Messungen an einkristallinen  $\text{Cu}_2\text{O}$ -Gleichrichtern.

Mit der oszillographischen Methode wurden Gleichrichterkennlinien an einkristallinem  $\text{Cu}_2\text{O}$  aufgenommen, das parallel mit dem einkristallinen Mutterkupfer verwachsen war [Menzel, ANN. PHYS. 5, 163, 1949]. Es wurden dazu Cu-Einkristalle mit angeschliffenen Oktaeder- und Dodekaederflächen verwendet. Diese Bereiche mußten im  $\text{Cu}_2\text{O}$  durch ein geeignetes Ätzverfahren von einander abgegrenzt werden, um in Sperrrichtung ein Übergreifen der Stromlinien über die Fläche der aufgedampften Silberkontakte zu vermeiden. Die Gleichrichtereigenschaften wurden charakterisiert durch das Verhältnis von Fluß- und Sperrstrom bei konstanter Spannung. Dieses Verhältnis war an der Oktaederfläche stets größer als an der Dodekaederfläche.

[Erscheint in der Z. NATURFORSCH.]

**H. Strosche** (Standard-Labor. d. Südd. Apparate-Fabrik Nürnberg): Der Einfluß der Cadmiumselenidschichtdicke auf die Kennlinieneigenschaften des Selengleichrichters.

Es ist bekannt, daß bei den technischen Selengleichrichtern die Grenz-Selen/Cadmiumselenid Sitz des Gleichrichtvorganges ist [S. Poganski, Z. PHYS. 134, 469, 1953; A. Hoffmann und F. Rose, Z. PHYS. 136, 151, 1953]. Bei den üblicherweise Cadmium enthaltenden Deckelektroden bildet sich das CdSe schon bei Zimmertemperatur aus. Es wurde untersucht, bei welcher Mindestschichtdicke das CdSe wirksam bleibt. Auf dem Selen wurde eine CdSe-Schicht aufgebracht, die mit einer Wismut-Deckelektrode versehen war, da die Unterschiede der CdSe- und Wismutkennlinien besonders deutlich sind. Die CdSe-Schichten wurden durch gleichzeitiges Verdampfen von Cadmium und Selen erzeugt. Die Abstufung der Schichtdicken wurde durch geeignete Dosierung und veränderliche Blenden erzielt. Die Selenplatten waren während der Bedampfung auf Zimmertemperatur, an der Schleusenspannung und dem Nullwiderstand ließ sich feststellen, daß bereits bei Schichtdicken von einer bis zu mehreren Moleküllagen CdSe die Kennlinie des CdSe-Gleichrichters auftritt. Unter bestimmten Bedingungen verschwindet die Wirksamkeit der CdSe-Schicht.

**H. Kleinknecht** und **K. O. Seiler** (Südd. Apparate-Fabrik Nürnberg): Zum elektrischen Verhalten von pn-Kristallen aus Silizium. (Vorgetr. von H. Kleinknecht)

Nach dem Czochralski-Verfahren durch Einwurf oder Eintauchhergestellte Si-pn-Kristalle wurden bei Temperaturen zwischen -100 °C und +100 °C mit Gleich- und Wechselstrom gemessen. Die statischen Strom-Spannungs-Kennlinien weichen wesentlich von der Shockley'schen pn-Theorie ab: die Sperrströme zeigen keine Sättigung, eine zu kleine

temperaturabhängigkeit und sind um den Faktor  $10^3$  zu groß; der Frequenzgang der Sperrschicht-Kapazität zeigt nach tiefen Frequenzen hin einen laufenförmigen Anstieg. Diese Zusatzkapazität wird als Umladung von Ladestellen („Traps“) gedeutet. Die Rechnung liefert eine Trappedichte von etwa  $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ . Außerdem werden diese Traps nach dem Shockley-Read'schen Mechanismus als Rekombinationszentren behandelt. Der daraus durch Generation in der Sperrschicht folgende Sperrstrom wird abgeschätzt. Es ergibt sich die richtige Temperaturabhängigkeit, wenn die Traps 0,4 eV über oder unter der Bandmitte liegen. Unter Benützung direkter Messungen von Rekombinationszeiten und Trägerdichten beiderseits der Sperrschicht erhält man damit auch die richtige Absolutgröße des Sperrstroms. Schließlich stimmt auch die Spannungsabhängigkeit des Sperrstroms nach diesem Ansatz ( $\sim U^{1/3}$ ) unterhalb des „Zener“-Gebietes mit den Meßergebnissen überein.

**G. Adam und K. O. Seiler** (Inst. f. Theor. u. Angew. Phys. d. TH Stuttgart und Südd. Apparate-Fabrik Nürnberg): Eine neue photoelektrische Methode zur gleichzeitigen Bestimmung von Lebensdauer und Beweglichkeit injizierter Stromträger in Halbleitern. (Vorgetr. von G. Adam).

(Manuskript nicht eingegangen).

**J. Malsch** (Telefunken GmbH. RöW-U, Ulm/Donau): Zur Physik der Doppelbasisdiode.

Der Spitzentransistor ist mehr und mehr durch den Flächentransistor verdrängt worden, einmal weil die technischen Eigenschaften der Flächentransistoren als Verstärkerelemente denen der Spitzentransistoren überlegen sind, zum anderen, weil eine Großfabrikation von Spitzentransistoren auf ihr viele technische Schwierigkeiten stößt. Der Spitzentransistor hat sich aber auf den Gebieten behauptet, die eine negative Kennlinie zur physikalischen Voraussetzung haben. Insbesondere wird er nach wie vor für Schaltzwecke und zur Schwingungserzeugung benutzt.

Mit der Erfindung der Doppelbasisdiode ist ein Schaltelement geschaffen worden, welches ebenfalls eine negative Charakteristik aufweist, konstruktiv aber viel einfacher ist als der Spitzentransistor. Der Zusammenhang der physikalischen Eigenschaften der Sperrschichten mit der Kennlinie der Doppelbasisdiode wird diskutiert und deren Wirkungsweise in verschiedenen Anwendungen, z.B. zur Erzeugung von Schwingungen verschiedener Formen oder als Ein-Aus-Schalter (Flip - Flop), wird demonstriert.

**W. Braunbek** (Lehrst. f. Theor. Phys. d. Univ. Tübingen): Über einige einfache Bahnscharen der klassischen Punktmechanik.

Bahnscharen von Massenpunkten, die in einem konservativen Kraftfeld mit gleicher Energie von einem Punkt aus nach allen möglichen Richtungen ausgehen, werden untersucht. Wenn die Bahnkurven nicht den ganzen, unendlichen Raum erfüllen, ist der Bereich, in dem sie verlaufen, durch eine Fläche begrenzt, die entweder von jeder Bahnkurve der Schar oder mindestens von den Bahnkurven eines in einem gewissen Winkelbereich enthaltenen Bündels berührt wird. Besonders einfach werden — außer in dem bekannten Fall der Wurfparabeln — die Kurvenscharen und die Hüllflächen im Fall des Coulomb-Zentralfeldes (Potential  $\sim 1/r$ ) und des quasielastischen Zentralfeldes (Potential  $\sim r$ ), sowohl bei Anziehungs- wie auch bei Abstoßungskräften. In allen diesen Fällen sind die Flächen, die den Bereich der Kurvenschar begrenzen, Rotationsflächen zweiter Ordnung und zwar in den Anziehungsfeldern Ellipsoide, in den Abstoßungsfeldern eine Schalen zweischaliger Hyperboloide.



**K. Bibl und K. Rawer** (Ionosphärenstation Neuershausen): Rasch veränderliche Vorgänge in der Ionosphäre.

Abgesehen von den verschiedenen regelmäßigen Veränderungen der Ionosphäre im Tagesgang, gibt es geringfügige Veränderungen in den Ionogrammen, deren Lebensdauer unter einer Stunde liegt und oft nur wenige Minuten beträgt. Durch eine Art Leit-Strahl-Anordnung (Umtastung der Lotungsantenne) kann nachgewiesen werden, daß gewisse zusätzliche Echo der F-Schicht, ebenso wie viele Streuechos, durch seitliche Reflexion entstehen. Es hat daher keinen Sinn, sie für die Interpretation der vertikalen Ionisations-Verteilung am Beobachtungsort, wie sonst üblich, heranzuziehen. Andere Erscheinungen, die meist in einer „Verbeulung“ des Echozuges bestehen, scheinen sich mit großer Geschwindigkeit (Größenordnung der Schallgeschwindigkeit) von oben nach unten durch die F-Schicht zu bewegen (derartige Beobachtungen wurden in einem Film gezeigt). Auch hier ergeben sich einerseits Folgerungen für die Auswertung der Ionogramme, andererseits Aufschlüsse über Bewegungsvorgänge, die im einzelnen noch zu deuten sind.

## SONNTAG, der 2. Mai 1954

**M. Kersten** (Vakuumschmelze Hanau): Einige Beispiele für neue Wege der angewandten Physik in der modernen Metallkunde. (Zusammenfassender Vortrag)

**A. Seeger** (MPI f. Metallforsch. und Inst. f. Theor. u. Angew. Phys. TH Stuttgart): Theorie der Kristallplastizität.

Es werden drei Beispiele für die Anwendung der Theorie der Versetzungen auf metallphysikalische Probleme besprochen:

1. Allotrope Umwandlung von Kobalt [A. Seeger, Z. METALLKUNDE **44**, 247, 1953]. Als Keime für die neue Phase dienen Versetzungen, die in den dichtesten Kugelpackungen in Halbversetzungen dissoziiert sind. Zur Umwandlung ist die Mitwirkung von Schraubenversetzungen erforderlich. Der Befund [Owen u. Jones, PROC. PHYS. SOC., demnächst], daß Kobalt mit zu kleiner Korngröße sich nicht in die kubische Phase umwandelt, läßt sich durch die Oberflächenvergrößerung und bei ganz kleinen Körnern durch das Fehlen einer geeigneten Anordnung von Schraubenversetzungen verstehen.

2. Temperaturabhängigkeit der kritischen Schubspannung reiner Metalle. Hierfür sind die Vorgänge beim Überkreuzen von Versetzungslinien verantwortlich. Die kritische Schubspannung nimmt in diesem Bild, wie gemessen wird, mit wachsender Temperatur zunächst linear ab, um bei höheren Temperaturen konstant zu bleiben.

3. Spröbruch kubisch-raumzentrierter Metalle. Verunreinigungen blockieren Versetzungen im kubisch-raumzentrierten Gitter stärker als in kubisch-flächenzentrierten Gitter. Man muß in ersterem bei tiefen Temperaturen sehr starke Spannungen anwenden, um die Versetzungen loszureißen, was zu katastrophenartigen Prozessen und dann zum Bruch führen kann. Sehr reines Chrom ist in Übereinstimmung mit der Theorie auch bei Raumtemperatur duktil [Wain u. Henderson, PROC. PHYS. SOC. B **66**, 515, 1953].

**Th. Gast** (Inst. f. techn. Phys., Darmstadt): Demonstration zum Zäh-elastischen Verhalten hochpolymerer Stoffe.

(Manuskript nicht eingegangen)

**F. H. Müller** und **K. Jäckel** (Phys.-Chem. Inst., Labor f. Hochpolymere, Marburg): Relaxation und Zug-Dehnungsverhalten der Materie. (Vorgetr. von F. H. Müller)

(Manuskript nicht eingegangen)

**G. Busch** und **W. Maier** (Phys. Inst. d. Univ. Freiburg i. Brg.): Eine Impulsapparatur zur Messung der Absorption und der Phasengeschwindigkeit von Ultraschallwellen in Flüssigkeiten. (G. Busch)

Es wird eine Ultraschallimpulsapparatur zur Messung der Absorptionskonstanten und der Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten bei Temperaturen von 0 bis 150 °C beschrieben. Zur Geschwindigkeitsmessung wird ein interferometrisches Verfahren angewandt, das eine Genauigkeit von  $\pm 0,1\%$  zu erreichen gestattet. Besondere Sorgfalt wurde auf die Konstruktion der Meßstrecke gelegt. Sie ermöglicht es, Absorptionskoeffizienten mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5\%$  zu messen. An Ergebnissen werden Messungen des Absorptionskoeffizienten und der Schallgeschwindigkeit von Naphthalin bei 2 MHz im Bereich von 83 bis 120 °C mitgeteilt.

[G. Busch und W. Maier, Z. PHYS. 137, 494, 1954.]

**H. Hannes** (Abt. f. Angew. Phys. d. Univ. Freiburg i. Br.): Zur Messung der Lichtablenkung mit dem Interferenzrefraktometer.

Es wird ein Verfahren zur Auswertung von Interferenzaufnahmen beschrieben, welches den Streifenabstand als Meßgröße benutzt. Im Gegensatz zu den sonst üblichen Methoden, die die optische Dicke zur Streifenverschiebung in Beziehung setzen, wird auf diese Weise der Gradient der optischen Dicke, d. h. im wesentlichen die Lichtablenkung ermittelt. Das Verfahren tritt daher neben die bekannte Toepler'sche Schlierenmethode zur unmittelbaren Bestimmung der in vielen Fällen primär interessierenden Lichtablenkung. Die sehr einfach vorzunehmende Auswertung kann in einzelnen Punkten des Objektes, etwa einer fehlerhaften Glasplatte erfolgen. Der Anwendungsbereich ist dadurch begrenzt, daß bei zu rascher Änderung der optischen Dicke die lokalen Meßgrößen ihren Sinn verlieren.

[Die Arbeit wird demnächst in der OPTIK erscheinen.]

**G. Micus** (Farbwerke Hoechst AG): Über die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit unterkühlter Schmelzen.

Die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit (KG) unterkühlter Schmelzen zeigt bei schneller kristallisierenden Substanzen ( $KG > 3$  mm/Min.) die Eigentümlichkeit, daß die maximale KG über einen größeren Bereich temperaturunabhängig ist. Bei Untersuchungen zur Aufklärung dieses Verhaltens zeigt sich, daß die an der Grenzfläche flüssig-fest ausgeschiedenen Gasblasen den normalen Kristallisationsverlauf grundlegend verändern und komplizieren. Im Vakuum entgaste Schmelzen von Salol (max  $KG = 3,7$  mm/Min.) wie auch von Benzophenon (max.  $KG = 55$  mm/Min.) ergeben bei der Unterkühlung in engen und dünnwandigen Glaskapillaren kein Temperaturintervall mit konstanter maximaler KG, sondern den theoretisch erwarteten Verlauf. Die Messungen sind im Gegensatz zu früheren Erfahrungen sehr gut reproduzierbar. Wesentlich ist ferner, daß bei den



entgasten Schmelzen die feste Phase als Einkristall wächst. Der Einfluß der Gasblasen wurde anhand von Mikroaufnahmen gedeutet.

Die gleichen Untersuchungen haben einen Beitrag zur Frage der Grenzflächen­temperatur geliefert. Nach einer offenbar unbemerkt gebliebenen Arbeit von Burger wurde (gemeinsam mit U. Troltenier) aus unseren mit entgasten Substanzen gefundenen Kurven die Grenzflächen­temperatur errechnet. Der Bezug der KG auf diese Grenzflächen­temperatur ergab für Kristallisationen in Glasrohren verschiedener Durchmesser und Wandstärke Übereinstimmung auf  $1/10^\circ$ . Die auf diese Weise erhaltene Kurve kann daher als die wahre Abhängigkeit der KG von der Temperatur angesehen werden.

**W. Dietrich und W. Maier** (Phys. Inst. d. Univ. Freiburg i.Br.): Das niederfrequente Raman-Spektrum eines Benzoesäure-Einkristalls. (Vorgetr. von W. Dietrich)

Es wird kurz über das Meßprinzip und eine experimentelle Anordnung zur Untersuchung der Frequenzen und Polarisationsverhältnisse von niedrigen Frequenzen Raman-Linien orientierter organischer Kristalle berichtet. Eine vollständige Polarisationsmessung (in Abhängigkeit von der Kristallrichtung) wurde für das Niederfrequenzspektrum der Benzoesäure durchgeführt. Die sechs auftretenden Linien (28, 47, 68, 71, 93 und  $119\text{ cm}^{-1}$ ) sind aufgrund ihrer Polarisationsverhältnisse als drei Dubletts aufzufassen. Die Komponenten der beiden Dubletts 28—47 und 68—71  $\text{cm}^{-1}$  können jeweils durch eine symmetrische und antisymmetrische Kopplung der schwingenden Moleküle im monoklinen Kristall erklärt werden. Für die Komponenten des dritten Dubletts treten abweichende Polarisationsverhältnisse auf. Die Zuordnung der Niederfrequenzlinien zu den Drehschwingungen um die einzelnen Hauptträgheitsachsen des Moleküls, sowie die gegenseitige Kopplung der Moleküle im Kristall werden diskutiert.

**W. Maier** (Phys. Inst. d. Univ. Freiburg i.Br.): Über Messungen der dielektrischen Anisotropie der kristallin-flüssigen Phasen verschiedener Azoxyphenoläther.

Die Hauptdielektrizitätskonstanten ( $\epsilon_1$  und  $\epsilon_2$  der magnetisch homogen geordneten kristallin-flüssigen Phasen von 4,4'-Di-p-methoxyazoxybenzol und 4,4'-Di-p-n-pentoxyazoxybenzol wurden gemessen ( $\epsilon_1 = \text{DK}$  in Richtung der optischen Achse,  $\epsilon_2 = \text{DK}$  senkrecht dazu). Beide Größen zeigen im ganzen kristallin-flüssigen Bereich eine streng lineare Temperaturabhängigkeit. Zeichnet man, um den Einfluß der Dichte zu eliminieren, die Größe

$$a = (\epsilon - 1)/4\pi N$$

als Funktion der Temperatur auf ( $N = \text{Molekülnzahl pro cm}^3$ ), so erhält man für  $a_2$  eine für beide Substanzen innerhalb der Fehlergrenzen einheitsliche Gerade, ein Befund, der eine sehr starke Stütze für die von uns schon früher entwickelte Vorstellung von der molekularen Struktur einer solchen Phase darstellt, nach welcher die Moleküle mit ihren Längsachsen parallel zueinander liegen und um diese praktisch frei rotieren können, während die Längsachsen selbst nur Drehschwingungen kleiner Winkelamplitude um eine zu ihnen senkrecht stehende Achse ausführen.  $\epsilon_2$  enthält also neben der Verschiebungspolarisation einen Beitrag von Orientierungspolarisation, der der Orientierung der senkrecht zu Moleküllängsachse stehenden Komponenten des permanenten Moments entspricht. Da diese Komponente in beiden Substanzen nahezu den gleichen Wert hat und dasselbe auch für die Polarisierbarkeiten  $a_2$  gilt und da ferner die Konstante des Inneren Feldes



beiden Fällen ebenfalls etwa dieselbe sein muß, ist der oben genannte Befund für  $\alpha_2$  verständlich. Diese Vorstellungen wurden auf der Grundlage der Onsager'schen Theorie in einer auf ellipsoidförmige Moleküle erweiterten Form quantitativ gefaßt. Die für  $\varepsilon_1$  gefundenen Ergebnisse stimmen qualitativ ebenfalls sehr gut zu dem oben entworfenen Bild, indem hier der Dipolorientierungsbeitrag wesentlich kleiner ist ( $\varepsilon_1$  ist kleiner als  $\varepsilon_2$ , obwohl  $\alpha_1 > \alpha_2$ ) und die Größe  $\alpha_1$  bezeichnenderweise einen positiven Temperaturkoeffizienten aufweist. Letzterer ist darauf zurückzuführen, daß mit steigender Temperatur die Amplitude der Längsachsen-Drehschwingung und damit auch der Dipolbeitrag zu  $\varepsilon_1$  anwächst.

**G. Klages** (Phys. Inst. d. Univ. Mainz): Zur Theorie des Kerr-Effektes in unpolaren Flüssigkeiten.

Wenn man anstelle des Lorentz'schen Ansatzes für das innere Feld denjenigen von Onsager heranzieht, so lassen sich die großen Diskrepanzen zwischen den aus Messungen im gasförmigen und flüssigen Zustand berechneten molaren Kerr-Konstanten bei Dipolmolekülen im wesentlichen beheben [Z. NATURFORSCH. 7a, 669, 1952]. Jetzt wird die Onsager'sche Rechnung für unpolare Moleküle erweitert, wobei in erster Näherung das Molekül als Ellipsoid, bestehend aus isotrop polarisierbarer Materie betrachtet wird. Dabei muß die DK dieser „Molekülmaterie“  $\varepsilon_i$ , anders als bei Onsager, von dem makroskopischen  $\varepsilon$  der Flüssigkeit verschieden gesetzt werden.  $\varepsilon_i$  kann man unter Heranziehung von verschiedenen Möglichkeiten, das Molekül-Volumen zu bestimmen, berechnen. Die Anwendung der neu erhaltenen Beziehung für die Kerr-Konstante auf das bereits vorliegende Beobachtungsmaterial führt im allgemeinen zur hinreichenden Übereinstimmung von Gas- und Flüssigkeitswert. Größere Abweichungen bei Molekülen mit sehr kleiner optischer Anisotropie werden als zusätzlicher Schwankungseffekt in der Flüssigkeit gedeutet, während bei unpolaren Benzolderivaten, über das einfache Modell hinaus, eine Anisotropie der „Molekülmaterie“ selbst angenommen werden muß.

## PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT ZU BERLIN

Sitzung am 21. April 1954

**H. C. Froelich** (Gen. Electric Co., Cleveland, Ohio): Über ein schmelzmittelfreie Zinksulfid-Phosphore.

Es wurde über die gelbe und rote Emission von mit Kupfer aktiviertem ZnS berichtet, welche unter den verschiedensten Anregungsformen erhalten wird, wenn man Phosphore mit relativ hohem Cu-Gehalt in reinem F. glüht und dann von überschüssigem  $\text{Cu}_2\text{S}$  befreit. Mit zusätzlichem Arminium in wenigstens äquimolaren Mengen können noch erhebliche Mengen Cu in das ZnS eingebaut werden, wobei sich das Emissionsmaximum ins Orange verschiebt, die Intensität bei 0,6% Cu in fester Lösung aber schon sehr gering ist. Wird das Glühen in  $\text{H}_2\text{S}$ -Atmosphären vorgenommen, denen geringe Mengen Sauerstoff enthaltende Gase zugesetzt wurden (Wasserdampf, Luft etc.), so bleibt die Emission grün, dafür werden aber die Präparate stark elektrolumineszierend. Die Hypothese wurde aufgestellt, daß zur Entwicklung von Elektrolumineszenz-Empfindlichkeit chemische Phasengrenzen von sehr geringer Dicke erforderlich sind.